

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Vliv vybraných faktorů na výnosnost podílových fondů

The Impact of Chosen Factors on Mutual Fund Performance

Student:	Ing. Daniela Clemente
Vedoucí diplomové práce:	Ing. Martina Novotná, Ph.D.

Ostrava 2019

Zadání diplomové práce

Student: **Ing. Daniela Clemente**
Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa
Studijní obor: 6202T010 Finance
Téma: **Vliv vybraných faktorů na výnosnost podílových fondů**
The Impact of Chosen Factors on Mutual Fund Performance
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Podstata alternativního investování
3. Popis použitých ekonometrických metod
4. Posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost alternativních fondů
5. Závěr

Seznam použité literatury

Seznam zkratk

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Seznam příloh

Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

BODIE, Z., A. KANE and A. J. MARCUS. *Investments and portfolio management*. New York: McGraw-Hill, 2011. ISBN 978-0-07-128914-6.
GREGORIOU, Greg N. *Encyclopedia of alternative investments*. Boca Raton: CRC Press, 2009. ISBN 978-1-4200-6488-9.
HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha: Professional Publishing, 2012. ISBN 978-80-7431-088-1.


Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

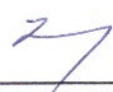
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Martina Novotná, Ph.D.**

Datum zadání: 23.11.2018

Datum odevzdání: 26.04.2019




Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry


prof. Dr. Ing. Zdeněk Zmeškal
děkan fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně“.

V Ostravě dne 24. dubna 2019

A handwritten signature in blue ink, reading "Daniela Clemente". The signature is written in a cursive style and is positioned above a dotted line.

Daniela Clemente

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce, Ing. Martině Novotné, Ph.D. za její odborné vedení, cenné rady a čas, který mi věnovala při psaní této práce.

OBSAH

1	Úvod	5
2	Podstata alternativního investování	7
2.1	Kolektivní investování.....	7
2.1.1	Subjekty kolektivního investování v ČR.....	8
2.1.2	Výhody a nevýhody kolektivního investování.....	9
2.1.3	Kolektivní investování na českém trhu	11
2.2	Typologie fondů kolektivního investování.....	13
2.2.1	Z právního hlediska	14
2.2.2	Z hlediska skladby portfolia	14
2.2.3	Z hlediska investiční strategie	16
2.3	Alternativní investování	17
2.3.1	Charakteristika alternativních investic a srovnání s tradičním investováním	17
2.3.2	Členění fondů alternativního investování	20
2.3.3	Kategorie alternativních investic.....	22
2.3.4	Investice do komodit	27
2.3.5	Alternativní investování v ČR.....	30
3	Popis metodologie.....	32
3.1	Data.....	32
3.1.1	Časová data	32
3.1.2	Míry zisku	32
3.2	Analýza časových řad.....	33
3.2.1	Stacionarita.....	35
3.2.2	Dekompozice časových řad.....	36
3.3	Lineární regresní model.....	37
3.3.1	Vícerozměrný regresní model	37
3.3.2	Metoda nejmenších čtverců.....	38
3.3.3	Koeficient determinace	40
3.3.4	Testování hypotéz o regresních parametrech	41
3.3.5	Testování normálního rozdělení reziduí.....	44
3.3.6	Testování statistické významnosti modelu jako celku	45
3.4	Zobecnění lineární regrese.....	46
3.4.1	Heteroskedasticita	46

3.4.2	Autokorelace	49
3.4.3	Multikolinearita	53
4	Posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost alternativních podílových fondů	57
4.1	Vstupní data	57
4.2	Formulace modelu	59
4.2.1	Ekonomické veličiny	59
4.2.2	Formulace hypotéz	61
4.2.3	Formulace stochastického regresního modelu	62
4.3	Analýza časových řad	63
4.3.1	Grafická analýza	63
4.3.2	Analýza chybějících, odlehlých a extrémních hodnot	65
4.4	Korelační matice proměnných modelu	66
4.5	Odhad lineárního regresního modelu a statistická verifikace	66
4.5.1	První odhad modelu	67
4.5.2	Druhý odhad modelu	70
4.6	Ekonometrická verifikace	72
4.6.1	Autokorelace	72
4.6.2	Heteroskedasticita	75
4.6.3	Multikolinearita	76
4.6.4	Specifikace modelu	78
4.6.5	Testování normality reziduální složky	79
4.7	Ekonomická verifikace	80
4.8	Využití modelu – predikce	81
5	Závěr	84
	Seznam použité literatury	87
	Seznam zkratk	91
	Seznam obrázků, grafů a tabulek	93
	Prohlášení o využití výsledků diplomové práce	
	Seznam příloh	

1 Úvod

Kolektivní investování, speciálně pak investice alternativní, nemají na finančním trhu České republiky dlouholetou tradici naopak od jiných zemích. Dochází však k jejich rozmachu a pro investory se tak alternativní investování stává zajímavější možností, jak zhodnotit své volné peněžní prostředky. Atraktivní jsou zejména z důvodu diverzifikace rizika portfolia daného investora. Do alternativních fondů z větší části investují investoři institucionální, jako fondy kvalifikovaných investorů, kteří mají dostatek finančních prostředků nebo jiní vysoce příjmoví či specificky zaměření jedinci, kteří mají potřebu rozšířit své portfolio složené z tradičních investičních nástrojů, z důvodu vytvoření diverzifikovaného portfolio s optimální kombinací výnosu, rizika a likvidity. Alternativní investice jsou z tohoto pohledu méně likvidní a vyžadují odbornější přístup k hodnocení jejich výnosu a možných rizik. Proto, je také nutná znalost daného odvětví, ve kterém se konkrétní typ investice nachází.

Cílem diplomové práce je posouzení vlivu vybraných faktorů na průměrnou výnosnost pěti komoditních fondů na českém kapitálovém trhu v pětiletém období od ledna roku 2013 do prosince roku 2017. Vliv vybraných faktorů je zkoumán na základě lineární regrese pomocí programu SPSS. Posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost alternativních, konkrétně komoditních fondů by mělo být přínosem jak pro potencionální investory, tak pro manažery daných komoditních fondů, kterým zjištěné výsledky mohou pomoci během investičního rozhodování a řízení fondů.

Diplomová práce je členěna do pěti kapitol, jejichž součástí je i úvod a závěr. V druhé, teoretické kapitole je objasněna podstata alternativního a kolektivního investování. V rámci kolektivního investování jsou představeny subjekty, které tento proces zprostředkují, dále jsou zmíněny výhody a nedostatky kolektivního investování a také je popsáno kolektivní investování na českém kapitálovém trhu. Následuje členění fondů kolektivního investování z právního hlediska, z hlediska skladby portfolia a hlediska investiční strategie. Závěr druhé kapitoly je věnován alternativnímu investování, kde jsou charakterizovány alternativní investice, které jsou následně srovnány s investováním tradičním. Dále jsou vyjmenovány druhy fondů alternativního investování a kategorie alternativních investic. Detailněji jsou popsány investice do komodit, jelikož je v diplomové práci zkoumán vliv vybraných faktorů

na výnosnost komoditních fondů. V poslední části druhé kapitoly je charakterizováno alternativní investování v České republice.

Třetí kapitola je věnována popisu použitých metod a přístupů, které jsou zvoleny pro hodnocení vlivu mezi zvolenými proměnnými. Jedná se o ekonometrickou analýzu na základě které, je odhadován lineární regresní model prostřednictvím metody nejmenších čtverců. V kapitole jsou popsány postupy a matematické vztahy pro analýzu časových řad, odhad regresních koeficientů a regresního modelu a jeho následné testování statistické významnosti a daných předpokladů. Těmito předpoklady jsou autokorelace, heteroskedasticita, multikolinearita, normalita rozdělení reziduální složky a specifikace modelu.

Čtvrtá, aplikační a ověřovací kapitola, obsahuje samotné posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost komoditních fondů a ověřování hypotéz o vztahu mezi danou vysvětlovanou proměnnou a vybranými vysvětlujícími proměnnými. V úvodu této kapitoly jsou vymezena vstupní data, z kterých jsou na základě určitých podmínek vybrána ta, která mají na výnosnost komoditních fondů významný vliv. Následně je časová řada vybraných dat graficky analyzována a poté je sestavena korelační matice z transformovaných proměnných. V dalším kroku je sestaven lineární regresní model, u kterého je testována jeho statistická významnost i regresních parametrů. Odhadnutý model je dále verifikován. Na základě ekonometrické verifikace je ověřována přítomnost autokorelace, heteroskedasticity, multikolinearity, normality rozdělení reziduální složky a také je hodnocena správnost specifikace daného modelu. V závěrečné verifikaci ekonomické jsou pak posouzeny jednotlivé vlivy vybraných vysvětlujících proměnných na vývoj výnosnosti komoditních fondů. Poslední část kapitoly je věnována predikci vývoje této vysvětlované proměnné pro první tři měsíce.

2 Podstata alternativního investování

Alternativní investování je jednou z možností pro investory, jak investovat do investičních aktiv, které nejsou součástí tradičních tříd aktiv, jako jsou akcie nebo dluhopisy, s nimiž jsou investoři nejvíce obeznámeni. Opakem tradičních tříd aktiv, která by alternativní investice zahrnovala jsou nemovitosti, komodity nebo luxusní zboží jako je umění nebo víno.

Dříve než se ponoříme do podrobnějšího studia alternativního investování, představíme si v této kapitole podstatu kolektivního investování, které nám téma alternativního investování uvede. Následně budou vymezeny druhy fondů kolektivního investování a jako naposled již stručně zmíněná podstata alternativního investování.

2.1 Kolektivní investování

Na finančních trzích neustále probíhá velké množství různých finančních transakcí. Střetávají se na nich ekonomické subjekty, které nabízejí různé finanční investiční nástroje, s těmi, kteří je poptávají a platí za ně peníze. Na finančním trhu lze investovat přímo či nepřímo. Přímé investování se vyznačuje tím, že ekonomické subjekty poptávající peníze je získávají přímo od investorů tak, že jim sami prodávají své vlastní „investiční cenné papíry“. Je to nejjednodušší metoda provádění finančních transakcí. Patří sem např. nákup obligací nebo akcií přímo od společnosti, která je emituje. Nepřímé investování je charakteristické poskytováním mnohem náročnějších a dokonalejších služeb, které poskytují různé finanční instituce jak investorům, tak i zájemcům o peníze. Kolektivní investování je tak chápáno jako nepřímé investování.¹

Kolektivní investování můžeme chápat jako shromažďování finančních prostředků od investorů – právnických a fyzických osob, a jejich umístování na finančním trhu s cílem efektivnější správy vložených prostředků, maximalizace zisku, minimalizace nákladů a diverzifikace rizika.²

¹REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 768 s. ISBN 978-80-247-3671-6. str. 49-50

²LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 310

2.1.1 Subjekty kolektivního investování v ČR

Pro uskutečnění procesu kolektivního investování je zapotřebí subjektů, kteří tento proces zprostředkují. Zde si vyjmenujeme základní z nich.

Investiční společnosti

Na počátku vzniku každého fondu stojí investiční společnost. Je to finanční zprostředkovatel shromažďující finanční prostředky od jednotlivých investorů a investující tyto prostředky do potenciálně široké škály cenných papírů nebo jiných aktiv. Sdružování aktiv je klíčovou myšlenkou investičních společností. Každý investor má nárok na portfolio vytvořené investiční společností v poměru k investované částce. Tyto společnosti tak poskytují investorům mechanismus, který napomáhá k získání výhod rozsáhlých investičních možností. Pro své investory plní několik důležitých funkcí jako vedení a správa záznamů, diverzifikace, profesionální management a nižší transakční náklady.³ Investiční společnost podléhá silné regulaci ze strany státních orgánů. Tato regulace upravuje obchodní vztahy mezi investiční společností a fondem, který spravuje, s důrazem na ochranu podílníků před neodborným, neuváženým nebo zločinným jednáním investiční společnosti.⁴

Investiční fondy

Fondy jsou právnickou osobou, která shromažďuje peněžní prostředky od veřejnosti upisováním akcií. Fond může být založen pouze v právní formě v podobě akciové společnosti. V ČR legislativa umožňuje vznik investičních fondů pouze na dobu určitou. Předmětem podnikání je kolektivní investování. Investoři investující do investičního fondu se stávají jeho akcionáři se všemi standardními akcionářskými právy. Shromážděné peněžní prostředky investiční fondy investují do investičních instrumentů s ohledem na své zaměření. Fond může vydávat akcie pouze stejné jmenovité hodnoty. Investiční fondy nesmějí emitovat dluhopisy, zápisné listy a prioritní či zaměstnanecké akcie.

³ BODIE, Zvi., Alex. KANE a Alan J. MARCUS. *Investments and Portfolio Management*. 9th ed., global ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2011. 1056 s. ISBN 978-007-128914-6. str. 120-121

⁴ LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 310

Podílové fondy

Podílový fond nemá právní subjektivitu, je zakládán investiční společností, která také zpravidla obhospodařuje jeho majetek, a to svým jménem a na účet podílníků. Peněžní prostředky do podílového fondu od investiční veřejnosti shromažďuje investiční společnost vydáváním podílových listů, které neopravňují majitele zasahovat do správy fondu. Majetek podílového fondu je oddělen od majetku investiční společnosti.⁵ Podílové fondy jsou základní a nejvýznamnější subjekty, jelikož představují pro investory nejrozšířenější nástroj kolektivního investování. Tyto subjekty spravují portfolio aktiv a vystupují a jednájí jako zprostředkovatelé. Své portfolio dělí na akcie nebo podíly a ty prodávají investorům a potom investují do finančních produktů. Portfolia bývají rozdílná a diverzifikovaná v závislosti na cílech managementu, organizace a míry rizika, které jsou ochotní na sebe vzít.

Existuje řada dalších forem, kde lidé mohou sdružovat své finanční prostředky za účelem jejich zhodnocování na trzích. Jsou to např. venture fondy a investiční kluby, které mají s fondy některé shodné charakteristiky. **Investiční kluby** existují ve velice omezeném rozsahu v USA, Francii, Velké Británii atd. V klubech se scházejí investoři, kteří na základě předem dohodnutých pravidel společně investují peníze, např. na kapitálovém trhu či do nemovitostí. Běžně fungují jako sdružení bez právní subjektivity. **Venture fondy** (fondy rizikového kapitálu) jsou prostředkem k financování zahájení činnosti společnosti, jejího rozvoje, expanze. Rizikový kapitál je hotovost určená k založení či koupi podniků s růstovým potenciálem. Tuto hotovost poskytují investoři, kteří se stávají vlastníky této společnosti, a to přímo či nepřímo právě přes tyto fondy.⁶ Více se o těchto fondech dozvíme dále.

2.1.2 Výhody a nevýhody kolektivního investování

Výhody kolektivního investování spočívají v tom, že podílové fondy umožňují i malému investorovi účastnit se na růstu světových firem díky účasti na investicích. Pro investora existuje široká nabídka podílových fondů, které se od sebe liší svým investičním zaměřením, rizikem a investičním horizontem a může si tak vytvořit osobní portfolio různých fondů podle svých investičních cílů a investičního horizontu. Investor nemusí mít předešlé

⁵ VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9. str. 640-642

⁶ JÍLEK, Josef. *Akciové trhy a investování*. Praha: Grada Publishing, 2009. 656 s. ISBN 978-80-247-2963-3. str. 422

znalosti v jednotlivých oborech podnikání či z investičních teorií, neboť vkládá své prostředky odborné obchodní společnosti, která má větší kapitál na to, aby investovala do akcií různých oborů a tím diverzifikovala rizika. Rozptýlení rizika je další výhodou. To znamená, že případná ztráta v jedné oblasti nemá za následek ztrátu všech vložených prostředků. Kolektivní investování také podléhá zvláštnímu doзору a musí probíhat v souladu se zákony a na základě licenčního povolení. Transakční náklady, které jsou spojené s koupí cenného papíru ve formě poplatků za zprostředkování nákupu jsou nižší než např. u makléřské firmy. Dále má také investiční společnost na rozdíl od individuálního investora k dispozici modernější systémy, kterými sleduje vývoj na finančních trzích. Realizovat tak úspěšnou investici je daleko více pravděpodobné oproti jednotlivci, který investuje samostatně. Výnosy z podílových listů mají výrazné daňové zvýhodnění, jelikož po koupi a držení podílového listu po dobu delší než 36 měsíců jsou výnosy z podílových listů nezdanitelné. Je zde také větší likvidita investovaných prostředků, jelikož může investor kdykoliv požádat investiční společnost o zpětný prodej podílového listu za aktuální kurz. Fond tak umožňuje vyšší dostupnost k investovaným prostředkům bez sankcí z důvodu předčasného výběru, na rozdíl od střednědobých a dlouhodobých termínovaných vkladů. Dalšími výhodami jsou úspora času, kompletní servis a zajištění majetku proti ztrátám z neetických praktik.⁷

Na druhé straně by měl investor při rozhodování o investici do fondů zvážit i případná negativa, k nimž patří např. konflikt zájmů mezi investory a správci portfolia, ke kterému přispívá skutečnost, že se podílník podílového fondu nemůže podílet na řízení fondu a nemůže zasahovat do tvorby portfolia daného fondu. Správce portfolia a podílník mohou sledovat rozdílné zájmy, cíle. Pokud podílník nemůže zasahovat do řízení fondu, mohou být jeho zájmy poškozeny. Investor také ztrácí investiční volnost, tzn., nemůže detailně rozhodovat o jednotlivých titulech, které budou zařazeny do portfolia. Další nevýhodou je placení správních poplatků, které musí investor ročně platit fondu za správu svých prostředků (manažerský poplatek). Zpravidla se také platí poplatky při nákupu či odkupu podílových listů (akcií). Také stále přetrvává riziko podvodů a ztráty v důsledku nelegálních a podvodných transakcí, které nemůže zcela odstranit ani sebeefektivnější regulace a legislativa, i když nesporný vliv na jejich výskyt tu bezesporu je. Také riziko, že se stane něco nepředvídaného,

⁷ LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 311-314

neboť i kapitálový trh je trhem, kde se ceny utvářejí na základě nabídky a poptávky a riziko ztráty hodnoty investice díky tržním pohybům nese každý, kdo se rozhodl investovat, a kolektivní investování není v tomto směru výjimkou. Další nevýhodou je, že investice do podílových fondů není pojištěna oproti např. investování do bankovních produktů, avšak fondy podléhají přísné regulaci dané zákonem. Výnos investice do podílového fondu není garantovaný. Hodnota investice a příjem z ní může kolísat a není zde zaručená plná návratnost původní investované částky. Toto riziko lze však eliminovat dostatečně dlouhou délkou investice a dostatečnou diverzifikací portfolia.⁸

2.1.3 Kolektivní investování na českém trhu

Vývoj kolektivního investování v ČR byl ovlivněn třemi zásadními faktory. První a zcela zásadním impulsem pro vznik a rozvoj kolektivního investování jakožto celého kapitálové trhu byla kupónová privatizace, která stála u zrodu prvních fondů. Po ustanovení základních institucí českého kapitálového trhu a kolektivního investování byl ovšem jejich další vývoj ovlivněn působením dalších dvou dominantních faktorů, a to nedostatků v legislativě a jejím vymáháním a deformacemi českého kapitálového trhu v důsledku nedostatečného výkonu státního dozoru. V dnešní době je již fond vnímán jako vhodná varianta zhodnocení úspor. Proces byl upraven řadou novel zákona o investičních společnostech a investičních fondech a dalších zákonů, dotýkajících se českého kapitálového trhu, takto to však vždy nebylo.

Kupónové privatizace se zúčastnilo 8,5 milionů občanů, kteří se mohli rozhodnout, zda budou investovat své investiční body přímo do vybrané akciové společnosti, nebo své body svěří některému ze 429 investičních privatizačních fondů., které byly pro tento účel založeny. Této druhé možnosti využilo 72 % občanů a investiční privatizační fondy tak disponovaly před zahájením prvního kola 6,1 mld. investičních bodů. Zakladateli investičních privatizačních fondů byly právnické osoby i fyzické osoby.

Stejně jako v první vlně byla i ve druhé vlně kupónové privatizace stanovena jmenovitá hodnota akcie na 1000 Kč. Obdobně jako v první vlně mohli majitelé investičních kupónů objednávat akcie privatizovaných akciových společností přímo, nebo mohli svěřit své investiční body subjektům kolektivního investování. Ve druhé vlně se mohli rozhodnout, zda

⁸ VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9. str. 639

investiční body vloží do investičního fondu, podílového fondu, nebo se rozhodnou pro oba druhy fondů současně. Přestože v první vlně bylo nabízeno více atraktivnějších společností (hotely, pivovary), lze podle výsledků konstatovat, že majetek nabízený ve druhé vlně, byl pro investory přinejmenším stejně atraktivní. Druhé vlny se zúčastnilo 6,16 milionů obyvatel České republiky.

V první vlně se českým fondům podařilo získat 4,35 miliardy investičních bodů (72,8 %) na území ČR, ve druhé vlně fondy získaly 3,91 miliardy investičních bodů (63,5 %). Druhé vlny se zúčastnilo 353 fondů, z toho plná polovina se již zúčastnila i vlny první. Podle typu bylo nejvíce fondů investičních, a to 195, uzavřených podílových fondů bylo 120 a otevřených podílových fondů 38. Pro tuto fázi vývoje českého kolektivního investování je však charakteristická velice malá ochrana akcionářů, neúčinný státní dozor nad českým kapitálovým trhem a podnikáním fondů, nedostatky v legislativě a jejím vynucování. Řada investičních fondů byla přeměněna na holdingy, a tak zcela vyvedena ze zákonné regulace. To vše vyústilo ve ztrátu důvěry ve fondy jako takové a problémy zasáhly systémově celé odvětví fondů. Tento proces, musel nastartovat snahu o pozitivní změny. Byla tak prosazena zvýšená regulace trhu (vznik Úřadu pro cenné papíry pro MF ČR) a byly zpřísněny požadavky na odbornou péči a informační otevřenost při správě fondů, dále nařízení otevření všech fondů do konce roku 2002 a vznik UNIS ČR (Unie investičních společností České republiky) v roce 1993 a její přijetí za člena FEFSI (Evropská federace investičních fondů a společností). Ke zlepšení podmínek také vedla novela Zákona o investičních společnostech a investičních fondech.

Jedním z jevů, mimo přeměny investičních fondů na holdingy, který ve svém důsledku vedl k uzavření kapitoly kupónové privatizace v historii českého kolektivního investování, byl nástup otevřených podílových fondů. Zvýšení transparentnosti a regulace trhu kolektivního investování měly za následek, že se zvýšil zájem investorů o zhodnocování úspor prostřednictvím těchto fondů.⁹ Vůbec první institucí kolektivního investování v ČR se stala investiční společnost nazvaná První investiční (PIAS), která byla založena v roce 1990 Investiční bankou. V následujícím roce založily rovněž další velké banky investiční

⁹ LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 338-357

společnosti jako své společnosti dceřiné. Každá z těchto společností vytvořila několik fondů, které byly určeny pro investiční veřejnost.¹⁰

Česká republika se v období po kupónové privatizaci nacházela v situaci, kdy byl český kapitálový trh reprezentován pouze otevřenými podílovými fondy a neexistovaly zde fondy určené institucionálním investorům nebo veřejně obchodovatelné fondy. Změna nastala v souvislosti se vstupem ČR do EU. Díky novému zákonu o kolektivním investování, který vstoupil v platnost v roce 2004, implementoval směrnici Evropské unie ICITS III. Daný zákon přinesl do ČR i možnost vzniku speciálních fondů – fondů nemovitostních, derivátů, rizikového kapitálu, cenných papírů, fondů smíšených atd. Nové produkty však zatím na trh přicházely opatrně a pomalu. Novelizace se zákon o kolektivním investování dočkal již v roce 2006. Týkala se zejména novějšího a přesnějšího vymezení druhů speciálních fondů kolektivního investování a předmětu jejich investování. Novela zákona např. snížila počet druhů speciálních fondů a také přinesla možnost vytvoření fondu kvalifikovaných investorů, o kterých se v práci ještě zmíníme. Trh kolektivního investování v ČR je velmi konsolidovaný a s vysokou koncentrací odvětví, i to, že v ČR prakticky neexistuje trh poskytovatelů služeb (manažerů, depozitářů, auditorů). Další specifikum pro český fondový trh je otevřenost vůči působení zahraničních subjektů, relativně malý objem spravovaného majetku a velký odliv domácích úspor, protože české fondy investují převážně v zahraničí.

Dalším mezníkem nejen pro český kapitálový trh byl rok 2008, kdy panovala finanční a hospodářská krize, která ještě zvýšila tlak na regulaci finančních trhů, kde byli jejich aktéři považováni za viníky krize. Cílem regulace bylo snížení systémového rizika, regulace bankovního sektoru a Evropská unie se také rozhodla zaměřit na do té doby neharmonizovanou oblast trhu alternativních investičních fondů.¹¹

2.2 Typologie fondů kolektivního investování

Existuje několik druhů fondů, které se liší z právního hlediska, v druhu aktiv, do nichž investují, v úrovni rizika a ve strategii. V následující kapitole si vyjmenujeme a popíšeme některé z nich.

¹⁰ VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9. str. 635

¹¹ ČÁSLAVKA, Jan, Ondřej KOPEČNÝ a Václav KORBEL. *Alternativní investiční fondy v ČR/odkladový sešit pro debatu*. Praha: Gropolis, 2014. [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://glopolis.org/wp-content/uploads/soubory/alternativni-investicni-fondy.pdf>

2.2.1 Z právního hlediska

Otevřené fondy bez právní subjektivity jsou spravované investičními společnostmi, které oddělují majetek klientů od svého. Mají pohyblivý kapitál, takže emitují akcie po celou dobu trvání. Investor není akcionářem, ale podílníkem s podílem na majetku bez hlasovacích práv. Jejich nejvýznamnějším charakteristickým rysem je právo investora kdykoli požádat investiční společnost, jež fond spravuje, o odkup podílových listů za cenu odpovídající jejich aktuální hodnotě. Tato forma se používá např. v České republice.

Otevřené fondy s právní subjektivitou mají charakter akciových společností, tzn. investor se stává akcionářem a svá práva může uplatnit na valné hromadě.

Uzavřené fondy shromažďují peněžní prostředky prodejem vlastních akcií, a takto získané prostředky používají k nakupování cenných papírů, nemovitostí, movitých věcí atd.¹² Uzavřené fondy mají přesně omezen počet emitovaných cenných papírů a investoři nemají právo zpětného odkupu. Toto institucionální ustanovení se používá jen pro některé typy investic, např. pro dlouhodobé investice typu nemovitostí.

2.2.2 Z hlediska skladby portfolia

Fondy peněžního trhu investují získané peněžní prostředky do nástrojů peněžního trhu, tj. do státních pokladničních poukázek, bankovních termínovaných vkladů a dluhopisů se splatností do jednoho roku. Rizikovost je zde nízká a likvidita vysoká. Výnos však díky tomu zpravidla není o moc vyšší než výnos z vkladů a termínovaného bankovního účtu. Je to z toho důvodu, že krátkodobý charakter investice omezuje kreditní riziko a snižuje současně riziko tržní. Minimální investiční horizont, aby investice byla výnosná se doporučuje od šesti měsíců do jednoho roku. Výnosy z fondů peněžního trhu se také odvíjí především od úrovně úrokových sazeb.¹³

Zajištěné/garantované fondy jsou charakteristické střednědobým investičním horizontem (minimálně 3-5 let) a nízkou až střední úrovní rizika. Tyto fondy zajišťují investorům ochranu určité části hodnoty investice před ztrátou. Jejich portfolio tvoří z větší

¹² REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 768 s. ISBN 978-80-247-3671-6. str. 34

¹³ LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 316-320

části nástroje peněžního trhu a dluhopisy, z menší části pak opční kontrakty. Pokud jsou fondy založené na dobu určitou, mohou zaručit vrácení 100 % hodnoty vložené investice ke konci investičního období. Pokud jsou fondy zřízeny na dobu neurčitou, kdy investor může do fondu kdykoliv vstoupit a vystoupit, mohou fondy garantovat ochranu např. 90% hodnoty vložené investice.¹⁴ Mezi jejich negativa patří neprůhlednost, jelikož mají složitě strukturované produkty.¹⁵

Dluhopisové fondy investují prostředky do dluhopisů, obvykle vládních a podnikových především se střední dobou splatnosti (cca 5 let). Nachází se zde o něco větší míra postupovaného rizika než u fondů peněžního trhu, jelikož během splatnosti střednědobých dluhopisů je odhad budoucích úrokových sazeb nejistý – inflační riziko. Delší splatnost však umožňuje dosahovat většího výnosu. Dluhopisové fondy mohou být zaměřeny na jednu měnu (např. fond korunových dluhopisů) nebo na více měn. Doplnkové investování do akcií je možné, ale podíl akcií nesmí překročit 10 % aktiv fondu.

Akciové fondy investují převážně do akcií firem kótovaných na akciových trzích. Akciové fondy jsou určeny převážně pro nejdelší investiční horizont s nejvyšší úrovní rizika. Riziko se odvíjí od charakteru společností, do jejichž akcií fondy investují. Výnos v krátkém období je nejistý a může se stát, že bude po nějakou dobu dokonce i záporný. S rostoucím horizontem investice však roste pravděpodobnost, že výnos poroste a po dlouhém horizontu cca 10 let už bývá spíše pravidlem ale ne jistotou, že výnos bude vyšší než kumulovaný výnos investic do méně rizikových investic realizovaných v kratším období.

Směšené fondy kombinují investice do všech výše zmíněných aktiv, nejen do dluhopisů, ale i do akcií. Záleží na jejich zaměření a na investičním portfoliu. Jsou to obvykle střednědobá portfolia pro investory, kteří vyhledávají vyváženou investiční strategii.

Fondy fondů investují buď do akcií investičních fondů nebo do podílových listů fondů. Vyznačují se tak značnou diverzifikací portfolia, na druhé straně je však u nich nutno počítat s poplatky, které si za správu srážejí všichni správci fondů. Doplnkově se fondy fondů

¹⁴ PENÍZE.CZ: *Druhy podílových fondů* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/15927-druhy-podilovych-fondu>

¹⁵ KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 7. vyd. Praha: GRADA publishing, 2013, 272 s. ISBN: 978-80-247-5064-4. str. 21-22

rozdělují podle toho, do jakých fondů investují, na převážně akciové, převážně dluhopisové a smíšené.

Fondy životního cyklu mají specifickou investiční strategii vhodnou pro dlouhodobější investování fyzických osob. Jde o aktivně řízené fondy, jejichž portfolio se mění podle kritéria, jak dlouhý časový prostor ještě zbývá do okamžiku konečného vypořádání fondu.¹⁶

Specializované fondy jsou fondy investující do celé řady fondů, které kombinují definované produkty kapitálového trhu za různými účely. Speciálními fondy mohou být např. fondy derivátové, reálných aktiv, rizikového kapitálu, dále může jít o fond investující do nemovitostí a realitních společností atd. Základní odlišností je, že mají menší zákonná omezení a investice do nich jsou rizikovější.¹⁷

2.2.3 Z hlediska investiční strategie

Konzervativní fond je fondem, jehož hlavní cílem je eliminace rizika, bezpečnost investice a jistota návratnosti i za cenu nižší výnosnosti. Tyto fondy investují především do bonitních dluhových investičních nástrojů (např. státních dluhopisů, bondů velkých podniků apod.).

Dynamický (růstový) fond, jehož primárním cílem je zabezpečit, i za předpokladu vyšší rizikovitosti investice, investorům dostatečný kapitálový či běžný výnos. Tyto typy fondů investují již převážně do akcií.

Vyvážený fond je jakýmsi kompromisem mezi fondem konzervativním a dynamickým.¹⁸

Dále můžeme fondy členit na fondy s **aktivní strategií**, které jsou spravovány aktivně, tzn., že správci fondů průběžně sledují vývoj na trhu. Nakupují a prodávají aktiva a snaží se tak zajistit pro své investory co nejvyšší výnos. Na druhé straně jsou fondy s **pasivní strategií**, např. fondy indexové (ETF). Správci těchto fondů neodhadují vývoj jednotlivých aktiv a aktivně nevyhledávají příležitosti k lepšímu zhodnocení investic. Pouze se snaží tzv.

¹⁶ REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada Publishing, 2014. 768 s. ISBN 978-80-247-3671-6. str. 38

¹⁷ LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0. str. 316-320

¹⁸ PENÍZE.CZ: *Druhy podílových fondů* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/15927-druhy-podilovych-fondu>

„kopírovat“ trh, na kterém investují. Tyto fondy mívají zpravidla nižší poplatky než aktivně řízené fondy.¹⁹

2.3 Alternativní investování

Po objasnění kolektivního investování jako takového a získání potřebných základů, se již můžeme pustit do specifické problematiky, kterou je alternativní investování.

Již jsou dávno pryč dny, kdy jediným způsobem, jak investovat, bylo prostřednictvím burzy cenných papírů. Nyní existuje mnohem více způsobů, jak potenciálně znásobit kapitál. Někteří lidé tvrdí, že alternativní investice jsou dnes jediným způsobem, jak se posouvat dopředu, zatímco jiní věří, že co je tradiční, to je nejlepší. V této podkapitole tak bude charakterizována podstata alternativního investování, budou zde zmíněny některé rozdíly mezi tradičním a alternativním investováním, budou zde rozčleněny základní druhy a kategorie fondů alternativního investování a také bude popsána situace na českém trhu alternativního investování.

2.3.1 Charakteristika alternativních investic a srovnání s tradičním investováním

Obecně se za alternativní investice považují všechny investice, které nejsou pouze tradičními investicemi. Tradiční investice obvykle zahrnují akcie a veřejně obchodované cenné papíry s pevným výnosem.²⁰ Definice alternativních investic v širším slova smyslu je široká pro účely učebních osnov. Přesnější definice alternativních investic vyžaduje více specifčnosti než jednoduše to, že jsou netradiční. Alternativní investice v užším slova smyslu mohou být identifikovány výslovnou definicí, které investice jsou konkrétně považovány za alternativní. Dle autorů Hossein, Black a Chambers (2016), jsou klasifikovány čtyři typy alternativních investic. Jsou to **reálná aktiva** (včetně přírodních zdrojů, komodit, nemovitostí, infrastruktury a duševního vlastnictví), **hedge fondy** (včetně spravovaných futures), **private**

¹⁹ FINANČNÍ VZDĚLÁVÁNÍ: *Investiční strategie fondů* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.financnivzdelavani.cz/svet-financi/investovani-a-financni-trhy/investicni-produkty-a-sluzby/kolektivni-investovani/investicni-strategie-fondu>

²⁰ GREGORIOU, Greg N. *Encyclopedia of alternative investments*. Boca Raton: CRC Press, 2009. 541 s. ISBN 978-1-4200-6488-9. str. 15

equity (soukromý kapitál včetně mezaninového a nuceného dluhu) a **strukturalizované produkty** (včetně úvěrových derivátů).²¹ Tyto kategorie budou dále ještě podrobněji popsány.

Alternativním fondem v České republice se rozumí fond kolektivního investování, který není standardním fondem, tedy nespadá pod regulaci směrnicí Evropského parlamentu a Rady č. 2009/65/ES ze dne 13. července 2009 o koordinaci právních a správních předpisů týkajících se subjektů kolektivního investování do převoditelných cenných papírů (směrnice UCITS).²² Můžeme tedy říci, neinvestujeme-li do akcií, dluhopisů či peněžních nástrojů, investujeme do alternativních investic. Většinu alternativních investic drží institucionální investoři nebo akreditovaní jednotlivci/odborníci.

Jedním z klíčových rozdílů mezi tradičními a alternativními investicemi je likvidita. Aktiva vložená do tradičních investic mají tendenci být kdykoliv investorovi snadno přístupná. Alternativní investice mají však tendenci být nelikvidní. To znamená, že nemáme možnost v nejbližší době přeměnit svůj majetek na likvidní – dostat za něj hotovost, např. musíme prodat dům dřív, než budeme potřebovat získat hotovost.

Alternativní investice mají tendenci poskytovat větší návratnost i když je trh náročný. Během finanční krize v roce 2008 převládaly alternativní investice. Tradičním investicím se tak dobře nedařilo. Alternativní investice potřebují vyšší minimální částky, což je nevýhoda, pokud jde o nové investory. Tradiční investice vyžadují menší minima, ale mají také nižší návratnost investic.²³

Alternativní investice mívají často problém s oceněním, jelikož transakce bývají jedinečné, kdy prodávající může mít k předmětu ocenění jiný subjektivní vztah než kupující. Alternativní investice jsou také náchylné k podvodům kvůli jejich neregulované povaze. Další rozdíl spočívá v tom, že tradiční investice podléhají inflaci. Ekonomická situace ovlivňuje také hodnotu a úrokovou míru investice. Alternativní investice však nejsou spojeny s inflací ani ekonomickými podmínkami, které by jí umožnily odolat náhlým změnám v ekonomice.

²¹ KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II*. Third edition. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7. str. 3-4

²² ČÁSLAVKA, Jan, Ondřej KOPEČNÝ a Václav KORBEL. *Alternativní investiční fondy v ČR/odkladový sešit pro debatu*. Praha: Gropolis, 2014. [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://glopolis.org/wp-content/uploads/soubory/alternativni-investicni-fondy.pdf>

²³ INVESTMENT HELPER: *Traditional vs Alternative Investments* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: http://www.investmenthelper.org/investment_guide/traditional-vs-alternative-investments-what-are-the-differences-686727.shtml

Jak můžeme vidět, nachází se zde velké rozdíly. Avšak nelze rozhodnout, zda jsou lepší tradiční či alternativní investice. Vše závisí na osobních preferencích daného investora. Ovšem můžeme tvrdit, že nejrozumnější cestou je důkladná analýza potencionálně zvolených investičních příležitostí a diverzifikace portfolia, které se bude skládat jak z tradičních, tak alternativních investic.

V tabulce 2.1 můžeme vidět souhrn základních rozdílných charakteristik alternativních a tradičních fondů.

Tabulka 2.1 Základní rozdíly mezi alternativními a tradičními investicemi

	Alternativní investice		Tradicionalní investice
	Uzavřené fondy	Otevřené fondy	Otevřené fondy
Druh investice	<ul style="list-style-type: none"> • Odkupy soukromého kapitálu • Soukromé nemovitosti • Rizikový kapitál • Soukromý dluh 	<ul style="list-style-type: none"> • Hedge fondy 	<ul style="list-style-type: none"> • Akcie • Podnikové a vládní dluhopisy • Hotovost
Struktura poplatků	<ul style="list-style-type: none"> • Poplatky za správu • Výkonnostní poplatky 	<ul style="list-style-type: none"> • Poplatky za správu • Výkonnostní poplatky 	<ul style="list-style-type: none"> • Poplatky za správu
Životnost investice	<ul style="list-style-type: none"> • Obvykle 10-12 let 	<ul style="list-style-type: none"> • Mikrosekundy až 18 měsíců 	<ul style="list-style-type: none"> • Od dnů po roky
Investiční rámec	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilní • Často nelikvidní • Mohou se používat deriváty a dluh 	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilní • Může být nelikvidní • Mohou se používat deriváty a dluh 	<ul style="list-style-type: none"> • Úzce definovaný rámec • Omezené použití dluhu • Likvidní a dlouhodobé cenné papíry
Tok peněz	<ul style="list-style-type: none"> • Nepředvídatelný, když budou peníze investovány nebo vráceny investorovi 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativně předvídatelný, když budou peníze investovány/vráceny 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativně předvídatelný, když budou peníze investovány/vráceny
Omezení likvidity	<ul style="list-style-type: none"> • Není povoleno vybrání • Je povolen sekundární prodej 	<ul style="list-style-type: none"> • Možnost rozložených výběrů se zpožděním 	<ul style="list-style-type: none"> • Možnost vybrat veškerý kapitál v krátkém horizontu
Omezení pro investory	<ul style="list-style-type: none"> • Zámožní jednotlivci • Institucionální investoři 	<ul style="list-style-type: none"> • Zámožní jednotlivci • Institucionální investoři 	<ul style="list-style-type: none"> • Jakýkoliv jednotlivce • Institucionální investoři

Ukazatelé výkonnosti	• Vnitřní míra výnosnosti	• Vnitřní míra výnosnosti	• Časově vážená návrstnost
---------------------------------	------------------------------	------------------------------	-------------------------------

Zdroj: World Economic Forum – Alternative Investments 2020, Introduction to Alternative Investments, vlastní zpracování

2.3.2 Členění fondů alternativního investování

Na českém trhu kolektivního investování se alternativní fondy dají z hlediska regulace rozdělit na dvě skupiny – alternativní fondy, které spravují peněžní prostředky od veřejnosti (veřejně nabízené alternativní fondy) a alternativní fondy, které shromažďují prostředky od kvalifikovaných investorů (FKVI).

Veřejně nabízené alternativní fondy mohou být zakládány z hlediska druhu investovaných aktiv jako alternativní fondy cenných papírů, jejichž způsob investování je regulován podobně jako u fondů standardních, alternativní fondy nemovitostí, které investují převážně do nemovitostí a do nemovitostních společností, alternativní fondy fondů, jež investují do cenných papírů vydaných jinými fondy kolektivního investování atd.

Fondy kvalifikovaných investorů (FKVI) se od veřejně nabízených alternativních fondů liší tím, že nemají omezen způsob investování a jejich cenné papíry mohou nabývat pouze kvalifikovaní investoři. Kvalifikovaným investorem se může stát jakákoliv fyzická nebo právnická osoba, která písemně prohlásí, že má zkušenosti s obchodováním s cennými papíry. Důležitějším rozlišujícím znakem oproti veřejně nabízeným alternativním fondům je skutečnost, že minimální investice činí 1 000 000 Kč a tyto fondy nesmějí být veřejně nabízeny ani propagovány. FKVI může mít nejvýše 100 akcionářů nebo podílníků.²⁴

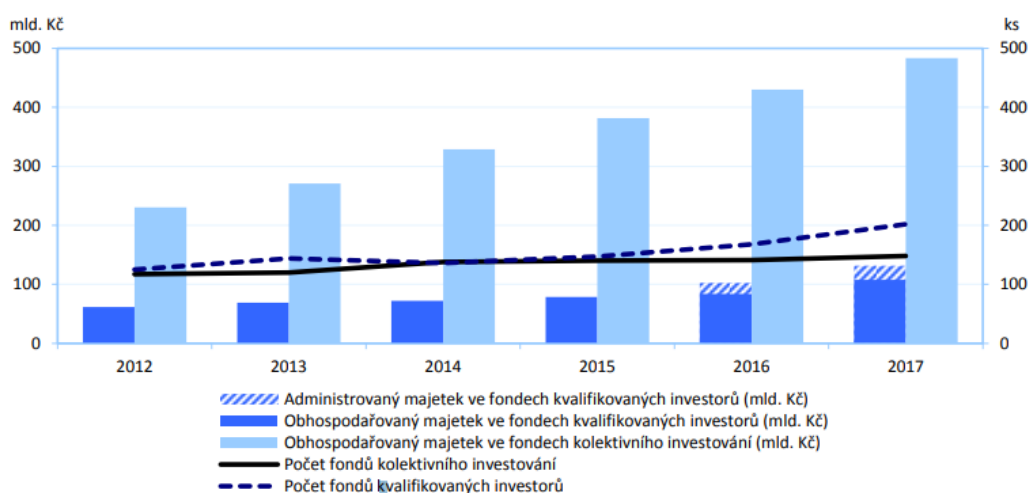
V posledních letech zájem investorů o FKVI v České republice výrazně roste, jelikož nabízí různé alternativní investice a díky snížení minimální investice na 1 mil. Kč na ně dosáhne více lidí. FKVI mají oproti standardním otevřeným podílovým fondům širší investiční možnosti a volnější ruce. Investice mají nízkou korelaci s klasickými akciovými a dluhopisovými fondy, a tak se hodí k diverzifikaci portfolia/rizika. Největší zastoupení mezi FKVI mají nemovitostní fondy. Mezi další oblíbené pak patří např. fondy investující do

²⁴ ČNB: *Regulace alternativních fondů v České republice s ohledem na diskuze o jejich případné regulaci v rámci Evropské unie* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/FS_2009-2010/FS_2009-2010_clanek_IV.pdf

pozemků, umění, archivního vína nebo automobilových veteránů. Vysoká poptávka je také po private equity fonděch, které investují do akcií společností, s nimiž se veřejně neobchoduje na burze. V České republice je již registrováno více než 150 fondů kvalifikovaných investorů.²⁵

V grafu 2.1 můžeme vidět srovnání počtu fondů kolektivního investování a počtu fondů kvalifikovaných investorů v ČR od roku 2012 do 2017. Jak vidíme od roku 2015 počet fondů kvalifikovaných investorů roste, zatímco počet fondů kolektivního investování je stejný. Co se však týče objemu obhospodařovaného majetku, zde fondy kolektivního investování výrazně převyšují fondy kvalifikovaných investorů a rok od roku objem obhospodařovaného majetku roste.

Graf 2.1 Struktura investičních fondů v ČR



Zdroj: AKAT, ČNB – ARAD

Objem prostředků ve fondech kolektivního investování vzrostl během roku 2017 o 12,4 %. Od roku 2014 vykazují domácí fondy vyšší růst než fondy zahraniční. U domácích fondů představovaly v roce 2017 největší podíl prostředků fondy smíšené (cca 42 %), dále pak dluhopisové (cca 25 %) a akciové (cca 16 %).

Fondy kvalifikovaných investorů zaznamenaly meziroční nárůst obhospodařovaných, resp. spravovaných prostředků o 24,0 mld. Kč na 107,6 mld. Kč. Z hlediska podílu na celkovém objemu majetku v investičních fondech (tj. jak fondech kvalifikovaných investorů,

²⁵ FINEZ: *Fondy kvalifikovaných investorů* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.finez.cz/odborne-clanky/fondy/fondy-kvalifikovanych-investoru/>

tak kolektivního investování) činil podíl fondů kvalifikovaných investorů cca 18,2 % celkového obhospodařovaného majetku investičních fondů.

2.3.3 Kategorie alternativních investic

Alternativní investice nabízejí investorům odlišné charakteristiky, které se běžně nenacházejí v běžných investicích, jako jsou veřejné akcie nebo vládní a podnikové dluhopisy. Mezi tyto odlišné charakteristiky patří např. dlouhodobý investiční horizont, vysoké riziko, nelikvidita spojená s vysokými výnosy, malá korelace s tradičními aktivy s cílem vysoké diverzifikace, zajištění proti inflaci a schopnost pohltit velkou hodnotu investice.²⁶

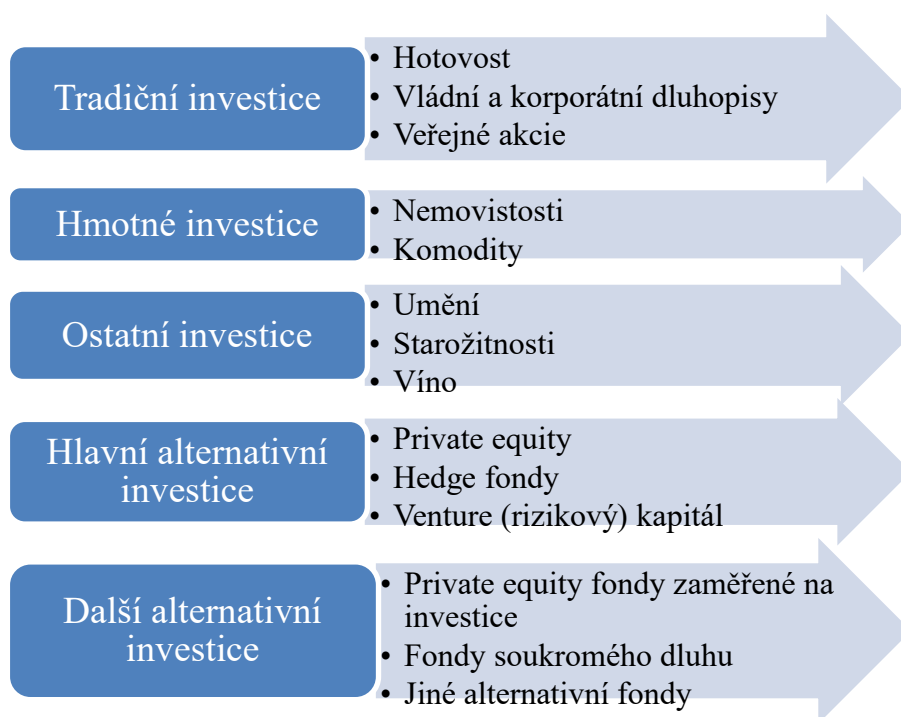
Do alternativních investic většinou spadají investice do reálných aktiv. Reálná aktiva jsou instrumenty, které mají hmotnou podobu. Jako konkrétní příklady lze uvést drahé kovy, diamanty, nemovitosti, obrazy, sbírky známek, starožitnosti, sochy, aj. Svými vlastnostmi se liší od finančních instrumentů. Vedle příjmů v podobě kapitálových zisků přinášejí reálná aktiva svým vlastníkům také nepeněžní užítky. Problémem je, že tento nepeněžní užitek není možné měřit v peněžních jednotkách. Pro každého jedince je nepeněžní užitek velice subjektivní. Pokud tedy nelze vyjádřit užitek v plné šíři, nastávají problémy při jejich analýze, při kvantifikaci rizika. Každé reálné aktivum je unikátní. Zkušenosti investorů a měření analytiků ukazují, že reálná aktiva jsou dobrým prostředkem k zajištění se proti inflaci, neboť jejich výnosová míra v situaci inflace obecně roste. Tato skutečnost však neznamená, že by se v porovnání s finančními instrumenty jednalo o méně rizikovou investici.²⁷ Obrázek 2.2 poskytuje přehled různých kategorií investic.

²⁶ WORLD ECONOMIC FORUM: *Alternative Investments 2020, An Introduction to Alternative Investments* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z:

http://www3.weforum.org/docs/WEF_Alternative_Investments_2020_An_Introduction_to_AI.pdf

²⁷ VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. 2. vyd. Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9. str. 257

Obrázek 2.1 Kategorie alternativních a tradičních investic



Zdroj: Studie světového ekonomického fóra Alternative Investments 2020

Jak již bylo zmíněno v kapitole 2.3.1, jsou klasifikovány čtyři typy alternativních investic. Jsou to **reálná aktiva** (včetně přírodních zdrojů, komodit, nemovitostí, infrastruktury a duševního vlastnictví), **hedge fondy** (včetně spravovaných futures), **private equity** (soukromý kapitál včetně mezaninového a nuceného dluhu) a **strukturalizované produkty** (včetně úvěrových derivátů).²⁸ Tyto kategorie alternativních investic si blíže popíšeme.

1. Reálná aktiva

Reálná aktiva jsou investice, u nichž podkladová aktiva zahrnují spíše přímé vlastnictví nefinančních aktiv než vlastnictví prostřednictvím finančních aktiv, jako jsou cenné papíry podniků. Reálná aktiva mají tendenci představovat přímé nároky na spotřebu než běžné akcie a mají tendenci to dělat s tím, že méně spoléhají na faktory, které vytvářejí hodnotu ve společnosti, jako jsou nehmotná aktiva a manažerské dovednosti. Jedním z aspektů, které rozlišují druhy reálných aktiv je rozsah, v němž vlastnictví reálných aktiv zahrnuje provozní aspekty, jako jsou každodenní rozhodnutí vedení, která mají podstatný

²⁸ KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II*. Third edition. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7. str. 3-4

dopad na výkonnost aktiv. Například v mnoha případech přímé vlastnictví zásob ropy nebo zásoby mědi zahrnuje podstatně méně každodenní manažerskou pozornost než přímé vlastnictví nemovitostí, infrastruktury nebo duševního vlastnictví. Přírodní zdroje jsou zaměřeny na přímé vlastnictví reálných aktiv, do kterých člověk nemusí nějak zasahovat, jako jsou nerostné a energetická práva nebo rezervy. Např. komodity se odlišují od přírodních zdrojů tím, že se klade důraz na jejich extrakci či výrobu.

Komodity jsou homogenní zboží dostupné ve velkém množství, jako jsou energetické produkty, zemědělské produkty, kovy a stavební materiály. Komodity jsou investiční třída týkající se investičních produktů s poněkud pasivním (tj. buy-and-hold) vystavením se cenám komodit. Tato expozice může být získána prostřednictvím termínových kontraktů, fyzických komodit, společností zaměřujících se na přírodní zdroje a fondů obchodovaných na burze. Některá reálná aktiva jsou provozně zaměřena. Pro účely diplomové práce jsou do provozně zaměřených reálných aktiv zahrnuty nemovitosti, pozemky, infrastruktura a duševní vlastnictví. Výkonnost těchto typů reálných aktiv je podstatně ovlivněna dovedností a úspěchem pravidelného a poměrně častého řízení rozhodovacích procesů. Investice do **nemovitostí** se zaměřují na pozemky a vylepšení, které jsou k nim trvale připojeny, jako budovy. Nemovitost byla významnou třídou aktiv dříve, než se staly důležité akcie a dluhopisy. Před průmyslovým věkem byla půda jednou z nejceněnějších třídou aktiv. Pouze před několika desetiletími byla nemovitost nejcenějším majetkem většiny fyzických osob, cenějším než vlastnictví finančních investic.²⁹ Trh nemovitostí může být do značné míry neefektivní a nepoučený amatér má málo šancí, aby uspěl v profesionální konkurenci. Zatímco optimální strategií v oblasti investic do cenných papírů je často použití indexových fondů, v oblasti nemovitostí je tento přístup zpravidla nemožný už jen proto, že existuje málo indexů cen nemovitostí. Expertní znalost trhu nemovitostí je tedy velmi důležitá. Roztříštěnost trhu nemovitostí má za následek i velmi malou likviditu. Ve srovnání obratu trhu nemovitostí s objemy obchodovanými na trhu akcií, obligací či zahraničních měn jde o relativně malé peníze. Na trhu nemovitostí likvidita neexistuje a ani existovat nemůže: s jedním domem může být během určitého časového období prováděna jen jedna obchodní transakce. A protože každý dům, pozemek, byt či kancelářská budova je unikátní, trh nemovitostí je obecně charakterizován neprůhledností, malou likviditou a velkým významem

²⁹ KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II*. Third edition. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7. str.4-8

důvěrných informací. Proto na trhu nemovitostí mohou poradci a experti poskytnout mnohem lepší a hodnotnější služby ve srovnání s rolí analytiků na trhu akcií. Na trhu nemovitostí rovněž hraje významnou roli vyjednávání a smlouvání, kdy vhodná vyjednávací taktika může výrazně ovlivnit konečnou cenu. Ceny nemovitostí (a tedy i jejich výnosy) primárně závisí na nájemném, nákladech na provoz a údržbu, úrokových sazbách a rizikové prémii.³⁰ **Pozemky** se skládají z různých forem včetně nezastavěných pozemků, lesů a zemědělské půdy. Investice do **infrastruktury** si nárokují příjmy z placených silnic, přístavů, letišť a jiných reálných aktiv, které tradičně drží a kontroluje veřejný sektor.

Zatímco některé popisy reálných aktiv omezují kategorii na hmotný majetek, definujeme reálná aktiva i tak, aby zahrnovala i nehmotná aktiva, jako jsou duševní vlastnictví (např. patenty, autorská práva a ochranné známky, jakož i poplatky za hudbu, film a publikování).

2. Private equity (soukromý kapitál)

Investice do soukromého kapitálu představují především financování nových podniků, známých jako rizikový kapitál (venture capital), dále mezaninové financování odkoupení jiných podniků a dluhů vyplývajících z poklesu finančního zdraví dříve zdravých firem.

Rizikový kapitál se týká podpory začínajících společností prostřednictvím kapitálového financování, které nemají dostatečnou velikost, výsledky nebo touhu přilákat kapitál z tradičních zdrojů, jako jsou veřejné kapitálové trhy nebo úvěrové instituce. Investoři financují tyto vysoce rizikové, nelikvidní a neprokázané podnikové („start-upové“) myšlenky tím, že si zakoupí sázky na vyšší kapitál, zatímco začínající společnosti jsou stále soukromé. Konečným cílem je vytvářet velké zisky především prostřednictvím obchodního úspěchu společností a jejich rozvoje do podniků schopných přilákat kapitál z veřejných investic. **Pákové výkupy** (leveraged buyouts - LBOs) se týkají transakcí, při kterých je zakoupen vlastní kapitál veřejně obchodované společnosti za použití malého objemu kapitálu investora a velkého objemu vypůjčených prostředků, aby společnost mohla být soukromá. Vypůjčené prostředky jsou zajištěny aktivy nebo peněžními toky cílové společnosti. Cíli mohou být využívání daňových výhod dluhového financování, zlepšení provozní efektivity a ziskovosti společnosti a také opětovné zveřejnění společnosti.

³⁰ KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 7. vyd. Praha: GRADA publishing, 2013, 272 s. ISBN: 978-80-247-5064-4. str. 179

3. Strukturované produkty

Strukturované produkty jsou investiční nástroje vytvořené tak, aby vykazovaly zvláštní návratnost, riziko, zdanění či jiné atributy. Tyto nástroje vytvářejí jedinečné peněžní toky v důsledku rozdělení peněžních toků z tradiční investice nebo propojení výnosů strukturovaného produktu s jednou nebo více tržních hodnot. Nejjednodušším a nejběžnějším příkladem strukturovaného produktu je vytvoření dluhových cenných papírů a majetkových cenných papírů v tradiční společnosti. Peněžní toky a rizika aktiv společnosti jsou strukturovány do peněžních toků s nižším rizikem (dluhopisy) a zároveň do peněžních toků s vyšším rizikem (akcie). Zajištěné dluhové závazky (CDO) a podobné nástroje patří mezi nejznámější typy strukturovaných produktů. Úvěrové deriváty, další populární typ strukturovaného produktu, usnadňují přenos úvěrového rizika. Nejčastěji úvěrové deriváty umožňují subjektu (kupujícímu úvěrové ochrany) převést některé nebo všechny úvěrová rizika na druhý subjekt. Strukturované produkty jsou vydávány převážně za účelem splnění preferencí investorů, jako je poskytování přesně vytvořených expozic vůči výnosům indexu nebo cenného papíru. Například velká banka může vydat produkt navržený tak, aby nabídl investorům ochranu před rizikem, a současně nabídl investorovi potenciál pro získání části výkonnosti indexu. Pokud proces strukturace vytváří nástroje, které se netýkají tradičních investic, jsou tyto nástroje považovány za alternativní investice.³¹

4. Hedgeové fondy

Hedgeové fondy nepředstavují klasické instituce kolektivního investování, ale mají charakter investičních sdružení organizovaných na principech anglosaského partnerství. Z daňových a regulatorních důvodů jsou hedgingové fondy většinou registrovány v off-shore centrech. Skládají se výlučně z bohatých investorů, jejichž počet nepřevyšuje 100. Cenné papíry hedgingových fondů jsou soukromými investičními instrumenty. Manažeři hedgingových fondů používají flexibilní přístup k řízení portfolia, poněvadž nepodléhají pravidlům alokace aktiv. Investují do širokého okruhu investičních instrumentů (akcie, finanční deriváty, zahraniční měny) a využívají různé investiční techniky včetně pákových (zadlužených) investičních operací. Správci hedgingových fondů jsou odměňováni jak fixním způsobem (manažerská provize), tak i na základě výkonnosti spravovaného portfolia.

³¹ KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II*. Third edition. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7. str.4-8

Současně se požaduje, aby se portfolio manažer stal partnerem a vložil vlastní kapitál do hedgingového fondu. Partneři nemohou vybrat vložené prostředky z hedgingového fondu okamžitě, ale musí dodržet výpovědní lhůtu. Hedgingové fondy vznikly na americkém trhu a některé hedgingové fondy postupně opouští základní principy zajištění a stále více používají vypůjčených prostředků. Nově vytvořené hedgingové fondy používají různé investiční strategie, což nám umožňuje rozlišovat např. makro fondy, globální fondy, zadlužené fondy, tržně neutrální fondy a sektorové fondy, fondy prázdných prodejů, fondy událostí a fondy fondů.³²

2.3.4 Investice do komodit

Jelikož v praktické části diplomové práce analyzujeme vliv vybraných faktorů na výnosnost komoditních fondů, řekneme si o komoditních investicích něco blíže.

Existují dva základní motivy pro investování do komodit – diverzifikace a zlepšení výnosů. Komodity jsou často považovány za třídu aktiv, která pomáhá diverzifikovat portfolio tradičních aktiv (akcií a dluhopisů) prostřednictvím nedostatečné korelace mezi komoditami a tradičními aktivy.

Nyní si představíme 4 důvody, proč návratnost komodit může mít nízkou korelaci s cenami akcií dluhopisů a tímto tak účinně diverzifikovat portfolio.

Za prvé, na rozdíl od finančních cenných papírů mají komodity ceny, které nejsou přímo určeny diskontovanou hodnotou budoucích peněžních toků. Proto ceny komodit nemají tak přímou souvislost se změnami předpokládaných peněžních toků a změnami tržních diskontních sazeb. Místo toho se ceny komodit vyhodnocují především na základě prognóz nabídky a poptávky po komoditě. Vzhledem k tomu, že ceny komodit jsou řízeny jinými ekonomickými fundamenty, než jsou akcie a dluhopisy, měly by být očekávány nízké korelace nebo dokonce negativní korelace s cenami finančních aktiv.³³

Za druhé, nominální ceny komodit by měly pozitivně korelovat s inflací především proto, že ceny komodit jsou součástí výpočtu inflace. Vzhledem k tomu, že ceny fyzických

³² MUSÍLEK, Petr. *Trhy cenných papírů*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2011. 520 s. ISBN 978-80-86929-5. str. 377

³³ KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II*. Third edition. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7. str. 277-278

komodit, jako je ropa, jsou důležitou součástí výpočtu inflace, by se obecně očekávalo, že se nominální ceny komodit a jiných reálných aktiv pohybují společně s inflací. Reálné ceny komodit by proto neměly být ovlivněny inflací. Na druhé straně jsou reálné i nominální ceny akcií a zejména dluhopisů negativně korelovány s inflací, protože inflace zvyšuje diskontní sazby aplikované na jejich ocenění. Pokud míru inflace pohánějí ceny reálných aktiv jiným způsobem než skutečné ceny finančních aktiv, měla by existovat nízká korelace nebo možná i negativní korelace mezi cenami komodit a cenami většiny akcií a dluhopisů.

Třetím důvodem, proč mohou být ceny komodit negativně korelovány s výnosy akcií a dluhopisů je, že mohou reagovat velmi odlišně v různých částech hospodářského cyklu. Hodnota akcií a dluhopisů vychází z očekávání ohledně dlouhodobých výnosů nebo kupónových plateb. Komodity jsou často oceněny na základě současných ekonomických podmínek a faktorů týkajících se krátkodobé nabídky a poptávky. Například uprostřed silného a prodlouženého sucha může být cena kukuřice a dalších zemědělských produktů extrémně vysoká, i přes dlouhodobé očekávání, že sucho nepochybně skončí a ceny se vrátí k normálním hodnotám. V důsledku toho jsou ceny komodit často nejnižší, pokud je ekonomická aktivita nejnižší a nejvyšší, pokud je ekonomická aktivita nejvyšší. Tradiční finanční aktiva jsou nejčastěji nejvýkonnější, jestliže je ekonomika v poklesu, ale vyhlídky na růst jsou vysoké.

Čtvrtý argument pro nízkou nebo negativní korelaci mezi cenami komodit a finančními aktivy je založen na tom, že komodity jsou hlavními náklady některých např. průmyslových výrobců. Z krátkodobého hlediska může výrazné zvýšení cen komodit způsobit výrazný pokles zisku podniků a pokles cen komodit může vést ke zvýšení zisku. Protože ceny komodit stoupají, korporátní akcie a dluhopisy mohou klesat (s výjimkou obchodních komodit). Výsledkem je negativní korelace mezi cenami komodit a cenami finančních aktiv.

Komoditní fondy

Komoditní fondy jsou podílové fondy, které investují do obchodu s určitou komoditou, a tím umožňují investorům získat výnosy z jejich investic na základě výkonnosti těchto komodit na trhu. To může zahrnovat aktiva jako zemědělské plodiny, drahé kovy, průmyslové kovy atd. Obvykle tyto fondy investují do komodit nepřímo pomocí komoditních futures, swapů a indexů nebo přímo do daného portfolia komodit. Investování do komoditních podílových fondů má své rizika a výhody. Pro investory začátečníky je velmi důležité

důkladné pochopení fungování komoditních trhů, rizik a výhod investování do komoditních fondů.

Existuje široká škála komodit, které jsou aktivně obchodovány po celém světě na denní bázi. Jsou proto kategorizovány pro účely obchodu a směny a investic. Základní finanční komoditní fondy investující do komodit, jako jsou kovy a jiné převážně fyzická aktiva. Future fondy jsou fondy, které jsou považovány za rizikové, protože podléhají kolísání tržních sazeb. Proto jsou náchylné k obrovským ztrátám z důvodu strmého poklesu cen. Přesto jsou mezi investory poměrně populární. Datum pro fyzické dodání komodity je předem stanoveno. Fondy přírodních zdrojů investují především do společností/organizací zabývajících se přírodními zdroji nebo přírodními surovinami, jako jsou minerály, ropa, zlato a stříbro atd. Kombinované fondy zahrnují kombinaci komoditních futures a základních komoditních fondů. Indexové fondy fungují na principu standardní tržní sazby s referenční hodnotou a pracují s cílem s touto referenční hodnotu (benchmarkem) a měnícími se tržními trendy držet krok.³⁴

Určité výhody investování do komoditních podílových fondů jako je diverzifikace portfolia a ochrana proti inflaci jsme si již zmínili, nyní bude zmíněno i pár nevýhod.

Riziko spojené s komoditními fondy se může pohybovat od geopolitické výkonnosti až po tržní výkonnost v závislosti na komoditách a jejich cenách na světovém trhu. Komodity jsou vysoce volatilní, což znamená vysoký potenciál růstu zisku, ale i riziko obrovské ztráty. Je také nesmírně zjednodušené přemýšlet o komoditách jako o jedné homogenní třídě aktiv. Mezi stříbrem, bavlnou, kávou, dobyt看em, mědí, olejem, zlatem, zemním plynem a všemi ostatními je málo společného. Každý má své vlastní jedinečné vlastnosti a jinou nabídku a poptávku. U zemědělských komodit je např. negativem velmi silný vliv sezónnosti související s počasím a nepříliš jednoduchá skladovatelnost. Jednou z dalších nevýhod je rovněž skutečnost, že na rozdíl od akcií nebo dluhopisů, nepřináší komodity žádný pravidelný výnos (dividenda, kupón). Je tak třeba realisticky sladit investiční cíle s nekompromisní realitou komoditních fondů, což vyžaduje jak spoustu času, tak i financí. Investovat by tak měli spíše zkušenější investoři nebo ti, kteří se v dané komoditě velmi dobře vyznají a mají ji např. jako koníček a neměli by do komodit investovat většinu svých prostředků, avšak brát tuto investici

³⁴ CLEARTAX: *Commodity Funds – What are Commodity Funds and How Do They Work* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://cleartax.in/s/commodity-funds>

jako zajímavý investiční nástroj pro diverzifikaci svého portfolia, čímž minimalizují riziko a zvyšují šance na lepší návratnost.³⁵

2.3.5 Alternativní investování v ČR

Alternativní investování se u nás řídí Směrnicí o správcích alternativních investičních fondů (AIFMD). Směrnice byla schválena 8. června 2011 a v platnost vešla 22. července 2013. V České republice je trh alternativních investičních fondů nerozvinutý. Jak vyplývá ze statistik, dlouhodobě mají domicil v České republice pouze 3 fondy, které spravovaly v době před krizí celkový kapitál v hodnotě kolem 70 milionů Eur, v roce 2013 se kapitál pohyboval kolem hranice 120 milionů Eur. Podíl na celkovém objemu v EU je tak hluboko pod 1 %, v roce 2009 tomu bylo 0,08 % a od té doby se dramaticky nezměnil.

Na legislativu z roku 2004 o kolektivním investování navázal zákon z roku 2013 o investičních společnostech a investičních fondech. V oblasti alternativních fondů došlo k několika hlavním změnám. Hlavní změnou, kterou zákon kromě směrnice o alternativních investičních fondových manažerů (AIFMD) přinesl, je možnost založení nových investičních forem. To mělo zvýšit nabídku, která byla do té doby v ČR velmi omezená. Tři nejdůležitější nové formy byly svěřenecký fond, akciová společnost s proměnným kapitálem (SICAV) a komanditní společnost na investiční listy. Zvláště zajímavé jsou druhé dvě formy, kde první umožňuje variabilně a rychle měnit velikost základního kapitálu (podobná forma existuje v mnoha evropských zemích) a druhá je ideální právní formou pro tzv. private equity nebo capital venture fondy, které nad rámec užívaných komanditních společností umožňují omezené ručení.³⁶

V posledních letech lze pozorovat snahy o vznik nových alternativních fondů. K polovině roku 2018 v České republice existuje přes 200 fondů kvalifikovaných investorů. Česká republika má předpoklady pro úspěšný rozvoj správy alternativních fondů jako je stabilní bankovní systém, rozvinutý systém služeb pro správu fondů na vysoké odborné úrovni, polohu v centrální Evropě, náskok v zemích střední a východní Evropy, vysoký počet smluv o zamezení dvojího zdanění a nízké ceny poskytovaných služeb. Přestože ČR byla

³⁵ SEEKING ALPHA: *The Problems With Commodity Funds* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://seekingalpha.com/article/4174551-problems-commodity-funds>

³⁶ ČÁSLAVKA, Jan, Ondřej KOPEČNÝ a Václav KORBEL. *Alternativní investiční fondy v ČR/odkladový sešit pro debatu*. Praha: Gropolis, 2014. Dostupné z: <http://glopolis.org/wp-content/uploads/soubory/alternativni-investicni-fondy.pdf>

první zemí v Evropě, která zavedla alternativní fondy do svého právního systému, jejich budoucnost je závislá na stabilitě legislativních a daňových podmínek fungování fondů s důrazem na mezinárodní konkurenceschopnost v rámci EU a veřejné politické mezinárodní podpoře tohoto sektoru. Cílem je zvýšit HDP pomocí růstu sektoru vysoce odborných finančních služeb, zvrátit nepříznivou situaci, kdy v ČR je spravován pouze mizivý podíl investic v rámci Evropy, chopit se příležitostí vytvářených jednotnou evropskou regulací alternativních fondů, přilákat administraci fondů zahraničních správců do ČR a zajistit pozitivní dopady pro státní rozpočet.³⁷

³⁷ AMISTA: *FKI v České republice* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.amista.cz/pruvodce-fondy-kvalifikovanych-investoru/fki-v-ceske-republic>

3 Popis metodologie

Tato kapitola bude zaměřena na ekonometrickou teorii a popis ekonometrických metod, které jsou potřeba ke zjištění vlivu vybraných vysvětlujících faktorů (proměnných) na výnosnost fondů. Metody v této kapitole budou popsány jak teoreticky, tak matematicky pomocí vzorců.

3.1 Data

Metodologické ekonometrické přístupy jsou aplikovány na vybraná statistická data. Než budou ekonometrické přístupy aplikovány, je nutné data upravit. V rámci finanční ekonometrie lze klasifikovat analyzovaná data do tří skupin – časová data, průřezová data a panelová data. V rámci diplomové práce byla použita časová data.

3.1.1 Časová data

Časová data jsou ve tvaru časových řad. Jsou to veličiny pozorované v určitém časovém intervalu s určitou frekvencí záznamu (den, měsíc, rok apod.). Frekvencí pozorování se přitom rozumí velikost intervalu mezi jednotlivými pozorováními, nebo pravidelnost, s jakou je záznam pořizován. Pro časová data je důležité jejich chronologické uspořádání v čase, které nelze přerovnávat. Ekonometrické modely obvykle vyžadují, aby použité časové řady měly stejnou frekvenci pozorování. Jako značení se zde často používá časový index nebo argument t (např. P_t nebo $P(t)$ je cena v čase t) a pro celkový počet pozorování, tj. délku časové řady, se pak volí odpovídající symbol (např. T).³⁸

Dále také rozlišujeme data kvantitativní, které vyjadřují určitou číselnou hodnotu, např. ceny akcie, úrokové sazby atd.) a data kvalitativní, která nejsou vyjádřena numericky (např. rating). Dále data intervalová či okamžiková, dlouhodobá či krátkodobá, absolutní či odvozená a deterministická či stochastická.

3.1.2 Míry zisku

Míry zisku nazývané též míry výnosnosti, výnosová procenta, výnosností do splatnosti aj., jsou finanční výnosy. Jedná se o rozdíl mezi cenou (v peněžních jednotkách) na konci a na počátku uvažovaného období, který je relativně vztažen k ceně na počátku uvažovaného

³⁸ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 26

období (relativní cenová změna je v praxi preferována před absolutní, neboť zohledňuje danou cenovou úroveň). Míra zisku v čase t je dána vztahem

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1, \quad (3.1)$$

kde R_t je míra zisku, P_t je cena příslušného aktiva v čase t měřeném ve zvolených časových jednotkách na konci období t , a P_{t-1} je cena na konci předchozího období $t-1$.

Logaritmická míra zisku, použita v diplomové práci je dána vztahem

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \quad (3.2)$$

a lze ji interpretovat jako absolutní změnu logaritmických cen z času $t - 1$ do času t .³⁹

3.2 Analýza časových řad

Kapitola 3.2 je zaměřena na analýzu vstupních časových řad. Vstupní data jsou analyzována na základě deskriptivní statistiky (střední hodnota, medián, kvantily, rozptyl, směrodatná odchylka, variační rozpětí, šikmost, špičatost), stacionarity a dekompozice.

Střední hodnota

Střední hodnota může být vypočítána jako aritmetický průměr, což je součet měřených hodnot dělený počtem měření. Střední hodnota je dána vztahem

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \cdot \sum_{t=1}^n x_i, \quad (3.3)$$

kde \bar{x} je střední hodnota, x_i je naměřená hodnota ze souboru a T je rozsah souboru.

Medián

Medián je hodnota, která rozděluje statistický soubor na dvě části o stejném počtu prvků. Platí tedy, že nejméně 50 % hodnot je větších než medián a 50 % hodnot je větší než medián.

³⁹ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 27-28

Kvantil

Kvantily jsou obdoba mediánu. Z pohledu statistiky jsou to čísla/hodnoty, která dělí soubor na několik zhruba stejných částí. Kvantil je tedy míra polohy rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny a tvoří inverzní funkci k funkci distribuční. Kvantil, který rozděluje statistický soubor na dvě stejné poloviny je medián, jak jsem si již zmínili. Tři kvartily rozdělují statistický soubor na čtvrtiny, čtyři kvintily zase na pět stejných dílů decil na desetiny, percentil na setiny.

Rozptyl

Rozptyl je charakteristika variability rozdělení pravděpodobnosti náhodné veličiny a vyjadřuje variabilitu rozdělení souboru náhodných hodnot kolem její střední hodnoty. Rozptyl je počítán jako průměrná druhá mocnina odchylky hodnoty statistického souboru od střední hodnoty a je dán vztahem

$$\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{T - 1}, \quad (3.4)$$

kde σ^2 je rozptyl.

Variační rozpětí

Variační rozpětí je další statistickou charakteristikou, která označuje míru variability statistického souboru. Je to rozdíl mezi maximální a minimální hodnotou. Matematicky je dáno vztahem

$$R = x_{\max} - x_{\min}, \quad (3.5)$$

kde R je variační rozpětí, x_{\max} je maximální hodnota a x_{\min} je minimální hodnota.

Šikmost

Koeficient šikmosti popisuje nesymetrii rozdělení náhodné veličiny kolem průměru. Šikmost je dána vztahem

$$skew = \frac{\frac{1}{T-1} \sum (x_i - \bar{x})^3}{(\sigma^2)^{3/2}}, \quad (3.6)$$

kde $skew$ je šikmost.

Špičatost

Koeficient špičatosti porovnává rozdělení statistického souboru s normálním rozdělením pravděpodobnosti a určuje koncentraci hodnot kolem průměru. Špičatost je vyjádřena vztahem

$$kurt = \frac{1}{T-1} \frac{\sum (x_i - \bar{x})^4}{(\sigma^2)^2}, \quad (3.7)$$

kde $kurt$ je špičatost.

3.2.1 Stacionarita

Časová řada je stacionární, jestliže:

- Střední hodnota je konstantní v čase

$$E(Y_t) = \mu; \quad (3.8)$$

- Variabilita je konstantní v čase

$$var(Y_t) = E(Y_t - \mu)^2 = \sigma^2; \quad (3.9)$$

- Kovariance ve dvou různých časových obdobích jsou závislé pouze na vzdálenosti v čase

$$\gamma_t = E[(Y_t - \mu)(Y_{t+k} - \mu)]. \quad (3.10)$$

V případě, že časová řada není stacionární je nutné nestacionární jednotlivé časové řady proměnných transformovat či dekomponovat. Transformaci časových řad lze provést pomocí logaritmu proměnné Y dle vztahu

$$\ln(Y), \quad (3.11)$$

dále pomocí difference na základě vztahu

$$Y_t - Y_{t-1}, \quad (3.12)$$

kde Y_{t-1} vyjadřuje zpožděnou proměnou o jedno období a pomocí míry ekonomického růstu Y_t v % danou vztahem

$$\frac{Y_t - Y_{t-1}}{Y_{t-1}} \cdot 100\%. \quad (3.13)$$

V praktické části diplomové práce bude pro účel odstranění stacionarity použit případ míry růstu

3.2.2 Dekompozice časových řad

Dekompozicí časové řady je míněn rozklad časové řady na čtyři složky a to trendovou, cyklickou, sezónní a náhodnou složku. Důvodem dekompozice je snadnější identifikace chování celé časové řady i jednotlivých složek. První tři složky jsou považovány za deterministické funkce času, zatímco reziduální složka je považována za náhodný proces.

Nejdůležitější složkou je trendová (T_t). Ta značí tendenci dlouhodobého vývoje časové řady. Sezónní složka (S_t) značí pravidelné kolísání okolo trendu v daném období a může být způsobena například změnami ročního období. Cyklická složka (C_t) značí nepravidelné kolísání okolo trendu v daném období. Reziduální složka (ε_t) symbolizuje nesystematické, náhodné jevy.

Dekompozici lze provést buďto aditivním nebo multiplikativním způsobem. Aditivní způsob lze využít v případě, že rozptyl časové řady je v čase přibližně konstantní. Jednotlivé složky dekompozice jsou v absolutních hodnotách a ve stejných jednotkách jako časová řada. Aditivní dekompozice má tvar

$$Y_t = T_t + C_t + S_t + \varepsilon_t. \quad (3.14)$$

Multiplikativní způsob pro dekompozici časové řady je využíván, pokud se rozptyl časové řady mění v čase. Trendová složka je ve stejných jednotkách jako časová řada a ostatní složky jsou koeficienty v relativním vyjádření. Multiplikativní dekompozice má tvar

$$Y_t = T_t \cdot C_t \cdot S_t \cdot \varepsilon_t. \quad (3.15)$$

V ekonometrickém modelu je potřeba provést očištění časových řad od sezónnosti. Očištěním každé časové řady se vytvoří 4 nové proměnné:

- ERR – odhad náhodné chyby,

- SAF – sezónní složka,
- STC – trendová a cyklická složka,
- SAS – očištěná časová řada od sezónnosti.⁴⁰

3.3 Lineární regresní model

Ve této kapitole se budeme zabývat klasickou jednoduchou regresní analýzou.

Regresní analýza, která je bezesporu nejdůležitějším ekonometrickým nástrojem, slouží pro kvantitativní popis vztahu mezi veličinami označovanými jako proměnné. Přesněji řečeno, úkolem regrese je vysvětlit změny hodnot jedné (závislé) proměnné, označované jako vysvětlovaná, změnami hodnot jiných (nezávislých) proměnných, označovaných jako vysvětlující. Nejznámější odhadovou technikou je metoda nejmenších čtverců (MNC), kterou se budeme zabývat, a na základě které budou odhadnuty regresní koeficienty.⁴¹

3.3.1 Vícerozměrný regresní model

Formulací ekonomického modelu se stanoví určitá hypotéza. V závislosti na různých výchozích předpokladech jednotlivých ekonomických teorií lze dospět k více než jedné základní hypotéze, přičemž předem nejsme schopni s jistotou stanovit, která z nich je ta správná. Ekonomický model umožňuje a usnadňuje následnou matematickou a statistickou formalizaci verbálně popsanych teoretických předpokladů a poznatků. Při transformaci ekonomického modelu jde o adekvátní vyjádření základní hypotézy, jehož výsledkem je deterministický ekonomicko-matematický model. Po vhodné statistické specifikaci stochastických vlivů zahrnutých do deterministického modelu (zavedení náhodné reziduální složky), dostáváme stochastický ekonometrický model.⁴²

Vícerozměrný lineární regresní model je model, ve kterém je vysvětlovaná proměnná Y lineárním vztahem několika vysvětlujících proměnných X_k . Za předpokladu stochastické lineární závislosti mezi vysvětlovanou proměnnou, která má pravděpodobnostní rozdělení, a k vysvětlujících proměnných, je vícerozměrný lineární model dán vztahem

⁴⁰ HANČLOVÁ, Jana. *Učební materiál z předmětu Ekonometrie – cvičení, přednášky*. Ostrava: VŠB-TUO, Ekonomická fakulta, akademický rok 2018/2019.

⁴¹ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 31

⁴² HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3. str. 25

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt} + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (3.16)$$

kde ε je náhodná složka a β_k je k -tý koeficient či regresní parametr.⁴³ Proměnnou X_1 , která není v modelu uvedena, lze specifikovat jako zvláštní (umělou) proměnnou, která nabývá ve všech pozorováních hodnoty rovné jedné, tudíž se do matematického vztahu nepíše, avšak dohromady s β_1 vytváří tzv. absolutní člen neboli intercept (úrovňová konstanta). Ostatní β parametry lze interpretovat takto: jestliže se hodnota vysvětlující proměnné zvýší o jednotku, pak lze očekávat, že pokud jinak vše ostatní zůstane neměnné (princip *ceteris paribus*), změní se hodnota vysvětlované proměnné o hodnotu regresního parametru.

Důležitá je role reziduální (náhodné) složky ε , která v sobě zahrnuje souhrn vlivů (vysvětlujících faktorů), které nejsou v modelu explicitně uvedeny, chyby v měření ekonomických a finančních veličin, nekorektní volbu regresního vztahu a některé jevy s dopadem na ekonomiku a finance, které pro jejich výrazně náhodný charakter nelze explicitně zahrnout do modelu.⁴⁴

3.3.2 Metoda nejmenších čtverců

K odhadu parametrů lineárního regresního modelu lze použít různé přístupy. Nejčastější je však přístup založený na metodě nejmenších čtverců, dále jen MNČ. Její předností oproti jiným odhadovým technikám je, že poskytuje odhady s optimálními vlastnostmi i pro malé výběry pozorování a výpočetní postup je jednoduchý. MNČ hledá odhady parametrů tak, že vzhledem k těmto parametrům minimalizuje součet čtverců

$$\begin{aligned} S &= \sum_{t=1}^T (Y_t - (\beta_1 + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_k X_{kt}))^2 = \sum_{t=1}^T (Y_t - X_t \beta)^2 = \\ &= (Y - X\beta)' (Y - X\beta). \end{aligned} \quad (3.17)$$

Jelikož by při použití prostých rozdílů docházelo k vzájemnému vyrovnávání rozdílů s kladnými a zápornými znaménky a úloha by neměla smysl, používají se druhé mocniny (čtverců).

⁴³ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 25

⁴⁴ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 33-34

Odhad β parametrů, které jsou označeny stříškou je obvykle nazýván odhad metodou nejmenších čtverců a označuje se zkratkou OLS-odhad (Ordinary Least Squares). V souvislosti s ním se zavádí dva další důležité pojmy – vypočtené OLS-hodnoty \hat{Y} a OLS-rezidua $\hat{\varepsilon}$ (tj. nepozorovatelné hodnoty reziduální složky ε). Používáme-li termín odhad, musíme rozlišovat termín populace a výběr (z této populace). Důvod zredukování populace na omezený výběr spočívá obvykle v tom, že populace je jako celek nepozorovatelná (nekonečná nebo příliš rozsáhlá). Pro data ve výběrovém souboru, na která je aplikován lineární regresní model, se pracuje s výběrovou regresní funkcí, která byla odhadnuta pouze na základě provedeného výběru:

$$\hat{Y}_t = \hat{\beta}_1 + \hat{\beta}_2 X_{2t} + \dots + \hat{\beta}_k X_{kt}, \quad t = 1, \dots, T, \quad (3.18)$$

kdy proměnné se stříškou jsou odhady daných proměnných.

Vlastnosti odhadu MNČ

Odvození vlastností OLS-odhadu je možné jen v případě, že model splňuje určité předpoklady. Přitom předpoklady charakterizující tzv. klasický model lineární regrese se často uvádějí v následujícím tvaru:

- Střední hodnota reziduální složky je nulová

$$E(\varepsilon_t) = 0; \quad (3.19)$$

- Rozptyl reziduální složky je konstantní a konečný

$$\text{var}(\varepsilon_t) = \sigma^2 < \infty; \quad (3.20)$$

- Reziduální složky jsou navzájem nekorelované pro všechna $s \neq t$

$$\text{cov}(\varepsilon_s, \varepsilon_t) = 0; \quad (3.21)$$

- Regresory jsou ve stejném čase nebo pro stejnou průřezovou jednotku nekorelované s reziduální složkou pro všechna i a t

$$\text{cov}(x_{it}, \varepsilon_t) = 0; \quad (3.22)$$

- Nenáhodná matice X má lineárně nezávislé sloupce

$$h(X) = k; \quad (3.23)$$

- Reziduální složky jsou normálně rozdělené pro všechna t

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma^2). \quad (3.24)$$

V případě, že jsou splněny předpoklady pro aplikaci MNC, získáme odhadnuté regresní parametry, které mají určité vlastnosti, mezi které patří nestrannost, eficeience a konzistentnost.

Nestrannost odhadu

Odhad se nazývá nestranný, jestliže jeho střední hodnota je rovna hodnotě odhadovaného parametru. V opačném případě je odhad vychýlený a nenulový rozdíl jeho střední hodnoty a odhadovaného parametru se pak nazývá vychýlení. Z praktického hlediska nestranné odhady v průměru odhadnou skutečné hodnoty parametrů, tj. nedochází u nich k systematickému nadhodnocení nebo systematickému podhodnocení těchto hodnot.

Konzistence odhadu

Odhad se nazývá konzistentní, jestliže při rostoucím rozsahu výběru T konverguje v pravděpodobnosti ke skutečné hodnotě odhadovaného parametru. Konzistence je asymptotická vlastnost odhadu.

Eficeience odhadu

Odhad se nazývá eficientní vůči jinému odhadu téhož parametru, jestliže má menší rozptyl (nemá větší rozptyl). Eficeience se většinou týká nestranných odhadů. Přitom OLS-odhad v klasickém modelu lineární regrese je dokonce nejlepší nestranný lineární odhad (BLUE-odhad) parametrů β . BLUE-odhad je zjednodušeně řečeno odhadem, jehož pravděpodobnostní rozdělení je minimálně rozptýlené kolem odhadovaného parametru.⁴⁵

3.3.3 Koeficient determinace

Jakmile je model lineární regrese odhadnut, je nutné posoudit, zda je skutečně kompatibilní s použitými daty. To lze provést pomocí statistických testů ale také orientačně na základě velikosti tzv. koeficientu determinace. Koeficient determinace vyjadřuje stupeň vysvětlení celkové změny vysvětlované proměnné regrese, tj. působením lineárního vztahu

⁴⁵ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 34-47

vysvětlující proměnné. Jedná se tedy o kritérium shody napozorovaných dat a odhadů prostřednictvím regresní přímky.⁴⁶ Jako jednoduchý nástroj pro výpočet koeficientu determinace se především nabízí reziduální součet čtverců (RSS) – čím je jeho nezáporná hodnota menší, tím by měl být přijatelnější zkonstruovaný model, dále úplný součet čtverců (TSS) a vysvětlený součet čtverců (ESS).⁴⁷ Koeficient determinace R^2 je definován jako

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}. \quad (3.25)$$

Vlastnosti koeficientu determinace

- $0 \leq R^2 \leq 1$, koeficient determinace se pohybuje v rozmezí od nuly do jedné.
- $R^2 = 1$ vyjadřuje, že všechna výběrová pozorování leží přímo na vyrovnané regresní přímce, tj. nejlepší způsob vyrovnaní.
- $R^2 = 0$ znamená, že ani jedno pozorování neleží na odhadnuté výběrové regresní přímce a veškeré informace zůstávají nevysvětleny v reziduální části. V tomto případě odhadnutý regresní model nemá smysl.
- R^2 má i své nedostatky, které spočívají v tom, že adekvátně nereaguje na změny počtu pozorování v regresním modelu a nezohledňuje rozšíření počtu vysvětlujících proměnných v regresním modelu.⁴⁸

3.3.4 Testování hypotéz o regresních parametrech

Po odhadu lineárního regresního modelu MNČ je na řadě fáze statistické verifikace a další testování hypotéz i chování odhadnutých regresních parametrů a celého regresního modelu.

Základní principy testování hypotéz vycházejí ze statistické teorie testování hypotéz a zahrnují 3 procesy: formulace nulové a alternativní hypotézy, výpočet testovací statistiky a rozhodovací pravidlo o přijetí či zamítnutí nulové hypotézy pro stanovenou hladinu významnosti. Tato fáze představuje nalezení rozdělení testovací statistiky za předpokladu platnosti nulové hypotézy, volbu hladiny významnosti, stanovení kritické hodnoty a

⁴⁶ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 40

⁴⁷ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 41

⁴⁸ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 41

porovnání vypočtené statistiky s kritickou hodnotou. Podstatou nulové hypotézy označované jako H_0 je tvrzení, které má být testováno. Alternativní hypotéza označována jako H_A zahrnuje zbývající tvrzení zájmu.⁴⁹

Vlastní test hypotézy bývá většinou založen na statistickém porovnání odhadnutého parametru s jeho hypotetickou hodnotou z nulové hypotézy. Jestliže se odhadnutý parametr velmi liší od hypotetické hodnoty, pak nulovou hypotézu zamítneme. Jestliže naopak odhadnutý parametr se od hypotetické hodnoty liší jen málo, pak nulovou hypotézu pravděpodobně zamítnout nelze.

Statistický test je možné provést jedním ze tří způsobů:

- **Pomocí kritického oboru:** Jedná se o klasický přístup k testování statistických hypotéz. Kritický obor se volbou kritické hodnoty nastaví tak, aby tzv. chyba prvního druhu spočívající v zamítnutí nulové hypotézy, přestože nulová hypotéza platí, mohla nastat jen s předem zvolenou (malou) pravděpodobností hladiny významnosti tohoto testu (obvykle se volí $\alpha=0,05$ nebo $0,01$). Chyba druhého odhadu naopak spočívá v nezamítnutí nulové hypotézy, přestože nulová hypotéza neplatí, a tedy bychom ji zamítnout měli.
- **Pomocí intervalu spolehlivosti:** Jedná se o přeformulování předchozího přístupu. V případě testu nulové hypotézy, že daný parametr nabývá dané hodnoty, se pro něj s využitím jeho odhadu zkonstruuje tzv. interval spolehlivosti (např. 95procentní interval spolehlivosti představuje interval, v němž teoretická hodnota tohoto parametru leží s pravděpodobností ve výši $0,95$). Podle toho, zda testovaná hodnota parametru neleží (resp. leží) v tomto intervalu, se zamítne (resp. nezamítne) nulová hypotéza, že parametr nabývá testované hodnoty, a to na hladině významnosti, která je doplňkem použité spolehlivosti do jedné.
- **Pomocí p -hodnoty:** Tento přístup, jehož výstupem je dosažená hladina významnosti označována jako p -hodnota, představuje v dnešní době nejrozšířenější přístup k testování hypotéz v počítačových softwarech. V jeho rámci není nutné pracovat s pevnou hladinou významnosti nebo spolehlivosti,

⁴⁹ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 41

neboť p -hodnota je maximální hladina významnosti, při které bychom ještě příslušnou nulovou hypotézu nezamítli.

Testy pro jednotlivé parametry

Jednotlivé parametry v modelu se testují pomocí tzv. t -testu. Tento test testuje každý parametr zvlášť a testuje jeho statistickou významnost. V případě, že je testovaný parametr statisticky významný, přispívá nezávislá vysvětlující proměnná k vysvětlení variability závislé vysvětlované proměnné. Za předpokladu normálního rozdělení náhodné složky platí následující vztah pro testovací statistiku t :

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_i - 0}{\widehat{\sigma}_{\beta_i}} \approx t_{df}. \quad (3.26)$$

Vypočtená statistika t_{vyp} má Studentovo t -rozdělení s $df=n-k$ počty stupni volnosti (tj počet pozorování minus počet regresních parametrů v regresním modelu včetně úrovnové konstanty, které se používá místo normálního rozdělení z důvodu neznalosti populační směrodatné odchylky parametru β_i (tj. σ_{β_i}) a nahrazením jejího odhadu $\widehat{\sigma}_{\beta_i}$. Hodnota testové statistiky by měla být u významných regresorů rovna nebo větší než 2. Nulová a alternativní hypotéza o statistické významnosti jednotlivých regresních parametrů jsou ve tvaru:

$$H_0: \beta_i = 0, \quad (3.27)$$

$$H_0: \beta_i \neq 0. \quad (3.28)$$

Nulová hypotéza představuje statisticky nevýznamný regresní parametr a odpovídající vysvětlující proměnná nepřispívá k vysvětlení změn variability vysvětlované proměnné. Alternativní hypotéza představuje regresní parametr statisticky různý od nuly, což znamená, že může být kladný či záporný a odpovídající vysvětlující proměnná přispívá k vysvětlení variability vysvětlované proměnné.

Dále následuje rozhodovací pravidlo zamítnutí či přijetí nulové hypotézy. Toto rozhodovací pravidlo může být na základě kritického oboru, pomocí intervalu spolehlivosti a prostřednictvím p -hodnoty, jak bylo popsáno výše.⁵⁰

⁵⁰ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 44

Souhrnné testy pro více parametrů

Souhrnné testování více parametrů najednou se provádí pomocí tzv. F -testu, díky kterému je testována statistická významnost více parametrů dohromady. Pro tento účel se využívá v asymptoticky normálním modelu za platnosti nulové hypotézy vztah ve tvaru

$$\frac{n-k}{m} \cdot \frac{RRSS - URSS}{URSS} \sim F(m, n-k), \quad (3.29)$$

kde $RRSS$ je omezený reziduální součet čtverců, $URSS$ je neomezený reziduální součet čtverců a $F(m, n-k)$ je Fisherovo-Snedecorovo F -rozdělení s m a $n-k$ stupni volnosti. Nulová a alternativní hypotéza o statistické významnosti modelu jako celku jsou ve tvaru:

$$H_0: \beta_2 = \beta_3 \dots = \beta_k = 0, \quad (3.30)$$

$$H_A: \beta_2 \neq 0 \vee \beta_3 \neq 0 \vee \dots \beta_k \neq 0. \quad (3.31)$$

Nulová hypotéza představuje, že všechny regresní parametry jsou současně rovny nule. Variabilita závislé vysvětlované proměnné je v tomto případě vysvětlena stochastickou náhodnou složkou, žádný z regresorů modelu není schopen vysvětlit změny vysvětlované proměnné a model tudíž není statisticky významný a nemá smysl. Alternativní hypotéza představuje případ, kdy alespoň jedna vysvětlující proměnná v modelu, jejíž regresní koeficient je nenulový je statisticky významná.⁵¹

3.3.5 Testování normálního rozdělení reziduí

Jeden z předpokladů lineárního regresního modelu je normální rozdělení náhodné složky. Normální rozdělení je plně určeno prvními dvěma momenty (střední hodnotou a rozptylem), ale jsou pro něj charakteristické také dvě další vlastnosti související s třetím a čtvrtým momentem (šikmostí a špičatostí). Rozdělení normality reziduální složky lze posoudit prostřednictvím grafické analýzy pomocí histogramu a P-P plotu, a také prostřednictvím neparametrických testů Jarque-Bera test a Kolmogorův-Smirnovův test.

Jarque-Bera test

Jarque-Bera test je založen na vlastnostech koeficientů šikmosti a špičatosti v případě normálního rozdělení. Za platnosti nulové hypotézy, kterou je normalita uvažovaného

⁵¹ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 63

regresního modelu, má tato statistika asymptoticky rozdělení chí-kvadrát se dvěma stupni volnosti ($\chi^2(2)$). Chí-kvadrát na zvolené hladině významnosti se vypočítá v Excelu pomocí funkce *CHIINV*. Nejprve je však nutné stanovit si nulovou hypotézu: výběrové rozdělení náhodné složky pochází z normálního rozdělení a alternativní hypotézu: výběrové rozdělení náhodné složky nepochází z normálního rozdělení. Následně se vypočítá testovací statistika:

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K - 3)^2}{24} \right], \quad (3.32)$$

kde S je koeficient šikmosti, K je koeficient špičatosti, n je počet pozorování. Po výpočtu testovací statistiky následuje rozhodnutí na zvolené hladině významnosti $\alpha = 0,05$, kde se vypočtená testová statistika porovnává s chí-kvadrátem vypočteným pomocí funkce *CHIINV*.

Kolmogorův-Smirnovův test

Základním kritériem toho testu jsou rozdíly mezi teoretickou a empirickou distribuční funkcí. Opět je nutné stanovit si hypotézy a výpočet testovací statistiky ve tvaru:

$$z_{vyp} = \sqrt{n} \cdot D, \quad (3.33)$$

kde z_{vyp} je testová statistika, D je největší rozdíl kladných a pozitivních odchylek. Převyšuje-li testová statistika kritickou hodnotu, pak se zamítá nulová hypotéza na stanovené hladině významnosti.⁵²

3.3.6 Testování statistické významnosti modelu jako celku

Jedním z klíčových předpokladů úspěšného modelování finančně-ekonomických jevů je korektní specifikace modelu. Základním předpokladem dosud uváděných modelů je jejich linearita, kdy model musí být lineární v parametrech. Porušení této specifikace se obecně testuje pomocí tzv. Ramsey RESET testu. Tento test diagnostikuje specifikační chyby, které vznikly v důsledku vynechání relevantních vysvětlujících proměnných nebo nesprávnou specifikací formy ekonometrického modelu. Základní myšlenkou je, že se přidá do deterministické části původního zkoumaného regresního modelu odhadnutá predikovaná proměnná ve formě druhé a třetí mocniny a dále se zkoumá, zda došlo k výraznému zvýšení koeficientu determinace. Pokud ano, tak je původní model špatně specifikován a na základě

⁵² HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 115-118

analýzy reziduální složky koeficientu determinace lze usoudit, zda se jedná o špatnou funkční formu, resp. chybějící podstatné vysvětlující proměnné. V RESET testu se pracuje pouze s nulovou hypotézou, která vyjadřuje, že je model specifikován správně. Testová statistika je dána vztahem

$$F_{vyp} = \frac{(R_2^2 - R_1^2)/df_1}{(1 - R_2^2)/df_2} \sim F(df_1, df_2), \quad (3.34)$$

kde R_2^2 je koeficient determinace upraveného modelu, R_1^2 je koeficient determinace původního modelu, df_1 je počet nově zavedených proměnných do upraveného modelu, df_2 je rozdíl počtu pozorování a počtu koeficientů v upraveném modelu včetně úrovně konstanty. Jestliže je vypočtená testovací statistika větší než kritická hodnota $F_{1-\alpha}(df_1, df_2)$, pak zamítáme nulovou hypotézu o správné specifikaci regresního modelu, a tudíž závěrem je, že regresní model je špatně specifikován na hladině významnosti α .

3.4 Zobecnění lineární regrese

V předešlých kapitolách jsme se zabývali regresními modely při splnění klasických předpokladů. Některé z předpokladů však nemusí být splněny. Nejsou-li určité předpoklady splněny, může vzniknout tzv. heteroskedasticita, autokorelace a multikolinearita. Vykazuje-li model tyto znaky, obvykle se musí provést určitá korekce, která nejčastěji spočívá ve změně specifikace modelu, v úpravě či transformaci použitých dat, nebo modifikaci zvolené metody odhadu.⁵³

Z hlediska závažnosti důsledků při porušení jednotlivých předpokladů se v této kapitole zaměříme na testování a způsob korekce zobecněného modelu.

3.4.1 Heteroskedasticita

Je-li porušen požadavek konečného a konstantního rozptylu náhodných složek, a tudíž i reziduí modelu, jedná se o heteroskedasticitu, což je opakem homoskedasticity.

Heteroskedasticitu je možné detekovat jak pomocí statistických testů, tak graficky. Grafické rozpoznání je použitelné, jen pokud známe příčinu heteroskedasticity, a to v praxi nebývá časté. Jedná se zejména o grafy vývoje čtverců standardizované reziduální složky

⁵³ HUŠEK, Roman. *Ekonomická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3. str. 71

v závislosti na predikovaných vysvětlujících proměnných nebo souhrnně v závislosti na predikované proměnné. U těchto grafů se sledují dvě podmínky. První podmínkou je, aby se standardizovaná reziduální složka pohybovala v intervalu $\langle 0; 1,96^2 \rangle$. Druhou podmínkou je, že nesmí vykazovat rostoucí či klesající rozptyl. Statistické testy však nevyžadují příliš předběžných informací. Jedním z nejpoužívanějších statistických testů je tzv. Whiteův test.

Whiteův test

Úkolem Whiteova testu je provést test homoskedasticity jako nulové hypotézy např. v modelu

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \varepsilon_t. \quad (3.35)$$

Whiteův test dále vytvoří pomocný model

$$\hat{\varepsilon}_t^2 = \alpha_1 + \alpha_2 x_{t2} + \alpha_3 x_{t3} + \alpha_4 x_{t2}^2 + \alpha_5 x_{t3}^2 + \alpha_6 x_{t2} x_{t3} + \mu_t \quad (3.36)$$

kde $\hat{\varepsilon}_t^2$ je čtverec odhadu reziduální složky, μ_t je reziduální složka. Motivem tohoto postupu je zjistit, zda se rozptyl původních chyb, který je reprezentován levou stranou pomocného modelu, systematicky mění v závislosti na všech regresorech původního modelu.

V pomocném modelu se následně provede souhrnný F -test lineárních omezení a je stanovena nulová a alternativní hypotéza

$$H_0: \alpha_2 = 0, \alpha_3 = 0, \alpha_4 = 0, \alpha_5 = 0, \alpha_6 = 0, \quad (3.37)$$

$$H_0: \alpha_2 \neq 0, \alpha_3 \neq 0, \alpha_4 \neq 0, \alpha_5 \neq 0, \alpha_6 \neq 0. \quad (3.38)$$

Nulová hypotéza znamená, že rozptyl náhodné složky závisí pouze na úrovně konstantě a ostatní nezávislé proměnné neovlivňují změnu rozptylu reziduální složky. Alternativní hypotéza naopak vyjadřuje, že rozptyl náhodné složky je ovlivňován alespoň jednou vysvětlující proměnnou. Kritický obor na hladině významnosti α je

$$\frac{n-k}{m} \cdot \frac{RRSS - URSS}{URSS} \geq F_{1-\alpha}(m, n-k), \quad (3.39)$$

kde m je počet lineárních omezení a k je počet lineárních omezení navýšené o absolutní člen. V tomto případě se m rovná 5 a k se rovná 6. $URSS$ je neomezený reziduální součet čtverců,

který získáme z pomocného modelu, a $RRSS$ je omezený reziduální součet čtverců, pro který je nutné pravou stranu pomocného modelu zredukovat na pouhý intercept. Alternativně lze využít χ^2 – test, při kterém stačí nalézt koeficient determinace R^2 v pomocném modelu. Kritický obor příslušné nulové hypotézy na hladině významnosti α je pak

$$(n - 6) \cdot R^2 \geq \chi^2_{1-\alpha}(5), \quad (3.40)$$

kde $k = 6$ je počet regresorů a $m = 5$ je opět počet omezení.⁵⁴

Příčiny a důsledky heteroskedasticity

Mezi základní příčiny heteroskedasticity náleží:

- Průřezové regresní analýzy nehomogenních jednotek, kdy se mezi průřezovými jednotkami vyskytují značné velké rozdíly.
- Další příčinou jsou odlehlá pozorování, kdy je nutné věnovat pozornost analýze odlehlých hodnot.
- Chybná specifikace regresního modelu, a to zejména ve formě špatné funkční formy nebo opomenutí podstatné vysvětlující proměnné.
- Výskyt chyby měření dat zejména kumulace těchto chyb s rostoucí vysvětlovanou proměnnou.
- Nevhodná transformace dat nebo neadekvátní způsob nahrazení chybějících hodnot či agregace údajů.
- Nevhodné použití kombinace průřezové a časové analýzy v panelových modelech.

V případě heteroskedasticity není vhodné použít odhadovou metodu nejmenších čtverců, ale např. váženou metodu nejmenších čtverců. Při použití metody nejmenších čtverců bývá zpravidla úroňová konstanta nadhodnocena a chyba regresoru, který způsobuje heteroskedasticitu, bývá obvykle podhodnocena.⁵⁵

⁵⁴ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 84-87

⁵⁵ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 162-163

3.4.2 Autokorelace

Důležitým předpokladem odhadu lineárního regresního modelu klasickou MNČ, který je spolu s homoskedasticitou obsažen v požadovaných podmínkách na náhodné složky regresního modelu, jsou i nulové kovariance, tj. nulové nediagonální prvky kovarianční matice náhodných složek. Je-li náhodná složka modelu v libovolném období pozorování zkorelována s náhodnou složkou v minulém období nebo s náhodnými složkami v několika předcházejících obdobích, hovoříme o autokorelaci nebo sériové korelaci náhodných složek. Autokorelace je tudíž chápána jako závislost nikoli mezi dvěma nebo několika proměnnými, nýbrž mezi posloupností hodnot jedné proměnné uspořádaných v čase i v prostoru.

Nejčastěji se předpokládá, že sériově zkorelované náhodné složky u_t jsou generovány stacionárním autoregresním stochastickým procesem prvního řádu, takže autokorelaci dvou po sobě následujících složek vektoru u lze popsat Markovským schématem⁵⁶

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t, \quad (3.41)$$

přičemž $|\rho| < 1$ je pozitivní autokorelace prvního řádu, $|\rho| > 1$ je negativní autokorelace prvního řádu a ε_t je normálně rozdělená sférická náhodná chyba vyhovující předpokladům klasické MNČ, též označována jako tzv. bílý šum, což je často používané označení pro časovou řadu navzájem nekorelovaných veličin s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem.⁵⁷

Autokorelaci reziduální složky lze jako heteroskedasticitu detekovat pomocí jak grafických testů, tak sofistikovaného testu. Ke grafickým testům patří XY bodový graf, liniový graf standardizovaných reziduí, kde zkoumáme výskyt hodnot reziduí v konfidenčním intervalu a náhodný vývoj reziduí, a autokorelační a parciální korelační graf reziduální složky. K testování autokorelace prvního řádu se zpravidla používá Durbinův-Watsonův test autokorelace.

⁵⁶ HUŠEK, Roman. *Ekonomická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3. str. 84-85

⁵⁷ CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4. str. 95

Durbin-Watson test

Tento test spočívá nejprve ve formulaci nulové a alternativní hypotézy. Nulová hypotéza zní tak, že autokorelace prvního řádu není významná a alternativní, že naopak autokorelace prvního řádu je významná a podle znaménka může být kladná anebo záporná. Matematický vztah hypotéz je dán následovně:

$$H_0: \rho = 0, \quad (3.42)$$

$$H_0: \rho \neq 0. \quad (3.43)$$

Výpočet Durbin-Watsonovy (DW) statistiky, která se chová podle d rozdělení, je definována jako

$$DW = \frac{\sum_{t=2}^n (\hat{u}_t - \hat{u}_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n \hat{u}_t^2} \sim d_{n,k}. \quad (3.44)$$

DW statistika se dá také vyjádřit pomocí odhadnutého parametru $\hat{\rho}$ jako

$$DW \doteq 2(1 - \hat{\rho}). \quad (3.45)$$

Pokud se $\hat{\rho} = -1$, $DW = 4$. Pokud $\hat{\rho} = +1$, $DW = 0$. Pokud $\hat{\rho} = 0$, $DW = 2$.

Následuje rozhodnutí o (ne)zamítnutí nulové hypotézy pro zvolenou hladinu významnosti α . Hodnota DW statistiky se chová podle nestandardního d -rozdělení z intervalu $\langle 0; 4 \rangle$ a je symetrická se střední hodnotou 2. Za předpokladu normality bílého šumu náhodné složky u_t má d -rozdělení dvě kritické hodnoty d_L a d_U pro daný počet pozorování n a počet vysvětlujících proměnných $(k-1)$ a při dané hladině významnosti α . Použití těchto kritických hodnot navíc vyžaduje, aby regresní model obsahoval úrovnovou konstantu, reziduální složka aby měla normální rozdělení a vysvětlující proměnné aby byly náhodné, což vylučuje použití zpožděných vysvětlovaných proměnných. Jestliže

$$DW < d_L \text{ nebo } DW > 4 - d_L, \quad (3.46)$$

zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti α . To znamená, že DW vypočtená statistika se nachází v kritické oblasti a detekujeme statistiky významnou autokorelaci reziduální složky prvního řádu. Pokud

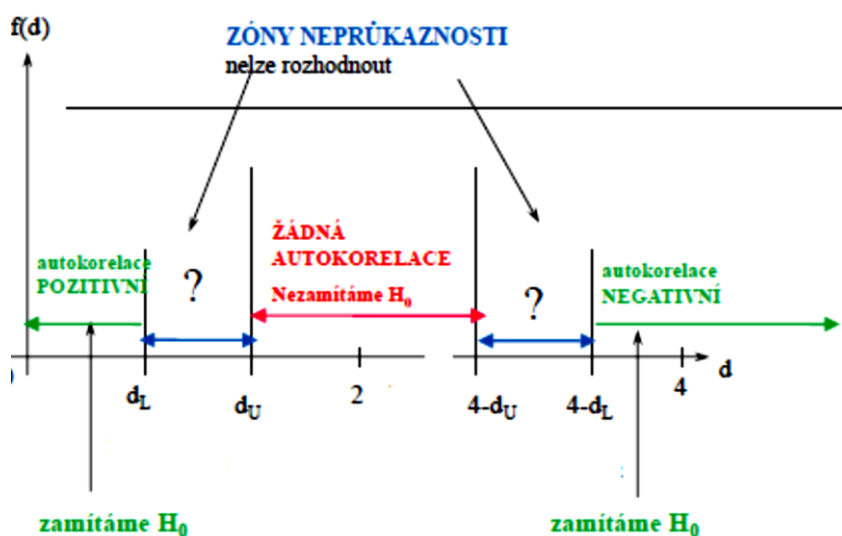
$$DW \in \langle d_L, d_U \rangle \vee \langle 4 - d_U, 4 - d_L \rangle, \quad (3.47)$$

potom se nacházíme v zóně neprůkaznosti a nemůžeme rozhodnout o přijetí nebo zamítnutí nulové hypotézy. V případě, že

$$DW \in \langle d_U, 4 - d_U \rangle, \quad (3.48)$$

potom se nacházíme v intervalu, kdy nezamítáme nulovou hypotézu a autokorelace reziduí prvního řádu není statisticky významná na hladině významnosti α .⁵⁸ Zóny jsou graficky naznačeny v obrázku č. 3.1.

Obrázek 3.1 Závěry Durbinova-Watsonova testu



Zdroj: Hančlová Jana: *Ekonometrické modelování* (2012), str. 149

Příčiny a důsledky autokorelace

Mezi základní příčiny autokorelace patří:

- Setrvačnost ve vývoji ekonometrických veličin, která postihuje většinu makroekonomických časových řad, které vykazují setrvačnost ve svém dlouhodobém vývoji a hodnoty jsou silně závislé na předcházejících hodnotách.
- Chybná specifikace modelu, kdy nejčastěji dochází k opomenutí relevantní vysvětlující proměnné nebo je použita nevhodná funkční forma regresního modelu.
- Chyby v měření a nepřesnosti ve výběrových datech se promítnou do náhodné složky.

⁵⁸ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 148-149

- Nesprávně nastavené zpoždění u vysvětlujících proměnných, které v deterministické části regresního modelu nezahrnují adekvátně zpožděné veličiny.
- Nesprávně transformovaná výběrová data pomocí transformace, očišťování, detrendování atd., což se opět promítá do náhodné složky.

Provedení odhadu regresního modelu s autokorelací reziduální složky přináší pro vlastnosti získaných odhadů, má důsledky na odhady regresních parametrů, které jsou pak nestranné a konzistentní, nemají minimální rozptyl, nejsou ani asymptoticky vydatné, odhadnutý rozptyl náhodné složky je vychýlený, a tudíž i odhad rozptylu regresního parametru je vychýlený a testování hypotéz prostřednictvím intervalu spolehlivosti je nepřesné a ztrácí vypovídací schopnost.

Odstranění autokorelace

Pro zmírnění nebo odstranění problému autokorelace náhodné složky je nezbytné přihlídnout k příčinám této autokorelace a tu se snažit odstranit. Možnosti zmírnění problému autokorelace reziduí v programu SPSS lze rozdělit do těchto skupin:

- V případě chybné specifikace modelu se pokusit odstranit špatnou funkční formu modelu nebo zavést do modelu opomenutou relevantní vysvětlující proměnnou.
- Upravit časovou strukturu u vysvětlujících proměnných např. pomocí párové křížové korelace vysvětlované a vysvětlujících proměnných.
- Zavedení zpožděné vysvětlované proměnné jako vysvětlující proměnné, tj. autoregresní model.
- Použití adekvátní odhadové metody např. **Cochrane-Orcuttovy (CO)** odhadové metody, která vychází z autokorelace reziduí prvního řádu, kde $|\hat{\rho}| < 1$. Původní regresní model

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 x_{t2} + \beta_3 x_{t3} + \dots + \beta_k x_{tk} + u_t \quad (3.49)$$

se transformuje pomocí $\hat{\rho}$:

$$Y_t - \hat{\rho} Y_{t-1} = \beta_1 (1 - \hat{\rho}) + \beta_2 (x_{t2} - \hat{\rho} Y_{t-1,2}) + \dots + \beta_k (x_{tk} - \hat{\rho} x_{t-1,k}) + \varepsilon_t, \quad (3.50)$$

$$Y_t^* = \beta_1^* + \beta_2 \cdot x_{t2}^* + \beta_3 \cdot x_{t3}^* + \dots + \beta_k \cdot x_{tk}^* + \varepsilon_t, \quad (3.51)$$

kde $\beta_1^* = \beta_1 (1 - \hat{\rho})$.

Provede se tedy odhad modifikovaného „hvězdičkového“ regresního modelu metodou nejmenších čtverců pro $t = 2, 3, \dots, n$. V případě, že reziduální složka $\hat{\varepsilon}_t$ je autokorelována prvního řádu, tak se nám podařilo problém autokorelace reziduí prvního řádu zmírnit, ale ne odstranit.⁵⁹

3.4.3 Multikolinearita

Multikolinearitou se rozumí vzájemná lineární závislost vysvětlujících proměnných, která je statisticky významná. V případě multikolinearity, by v modelu byly vysvětlující proměnné, které by vysvětlovanou proměnnou ovlivňovaly podobnou mírou. Je to porušení dalšího z klasických požadavků, jehož splnění je nutné pro reálný odhad parametrů lineárního modelu MNČ, což je lineární nezávislost všech sloupců matice pozorování. To znamená, že vysvětlující proměnné nejsou perfektně lineárně zkorelovány, takže žádnou z nich nelze vyjádřit jako lineární kombinaci jiné nebo jiných vysvětlujících proměnných a matice. Je-li tato podmínka porušena, vzniká perfektní kolinearita nebo multikolinearita a nelze stanovit odhadovanou funkci MNČ.⁶⁰ Mezi vysvětlovanou a vysvětlující proměnnou však korelovanost není považována za multikolinearitu. V případě, že model obsahuje dvě vysvětlující proměnné, je pozorována párová korelace. Obsahuje-li model více vysvětlujících, může nastat vícenásobná lineární závislost nezávislých proměnných.

Diagnostika multikolinearity, kdy nás bude zajímat přítomnost, síla i forma závislosti vysvětlujících proměnných, se provádí různými technikami a nástroji, jako pomocí korelační matice vysvětlujících proměnných, která zahrnuje pouze párovou korelaci, dále pomocí vícenásobného koeficientu korelace (determinace), a také pomocí míry korelovanosti, za což se považují faktory změny variability a míry tolerance.

Korelační matice

V případě korelační matice vysvětlujících proměnných sledujeme pouze párovou korelaci mezi dvojicí vysvětlujících proměnných. Zpravidla se očekává, že pro všechny prvky korelační matice s výjimkou diagonály platí, že

$$|r_{x_i, x_j}| < 0,8, \quad (3.52)$$

⁵⁹ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 151

⁶⁰ HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3. str. 94

kde r_{x_i, x_j} je párová korelace dvojice vysvětlujících proměnných.

Pokud existuje silná párová korelace mezi dvojicí vysvětlujících proměnných, potom přidáním dalších závislých vysvětlujících proměnných se může zvýšit. Proto se párová korelační matice často používá i jako „orientační“ indikátor v regresních modelech pro více vysvětlujících proměnných. Také pro modely s více vysvětlujícími proměnnými lze použít F -test. Na základě výpočtu F statistiky:

$$F_{ij} = \frac{r_{x_i, x_j}^2 / (k - 1)}{(1 - r_{x_i, x_j}^2) / (n - k)} \sim F(k - 1; n - k). \quad (3.53)$$

Rozhodovací pravidlo pro zvolenou hladinu významnosti α říká, že v případě platnosti vztahu

$$F_{ij} > F_{1-\alpha}(k - 1; n - k), \quad (3.54)$$

se nachází vypočtená statistika F_{ij} v kritickém oboru a zamítáme nulovou hypotézu o nevýznamnosti závislosti mezi vysvětlujícími proměnnými na hladině významnosti α , kde F_{ij} je testová statistika, r_{x_i, x_j}^2 je druhá mocnina párové korelace, k počet regresních koeficientů včetně úrovně konstanty a $n-k$ je rozdíl počtu pozorování a počtu koeficientů včetně úrovně konstanty.

Koeficient determinace

Multikolinearita se dá testovat přesněji použitím vícenásobného koeficientu korelace v F -testu. Hlavním myšlenkou je, že každá vysvětlující proměnná z testovaného modelu je v pomocném modelu vysvětlována ostatními vysvětlujícími proměnnými. Jestliže pro zvolenou hladinu významnosti α platí, že

$$F_j = \frac{R_{x_i}^2}{1 - R_{x_i}^2} \cdot \frac{n - k + 1}{k - 2} > F_{1-\alpha}(k - 2; n - k + 1), \quad (3.55)$$

kde $R_{x_i}^2$ je koeficient determinace z pomocného modelu, potom zamítáme nulovou hypotézu a vysvětlující proměnná x_i je statisticky významně lineárně závislá na ostatních faktorech, a

tudíž vzniká problém multikolinearity. Vysvětlující proměnná, která nejvíce porušuje podmínku, se potom doporučuje vyloučit z původního regresního modelu.

Faktor změny variability a statistika tolerance

Ve statistických a ekonometrických softwarech lze získat i další podpůrné statistiky korelovanosti vysvětlujících proměnných. Jedná se zejména o faktory změny variability a koeficient tolerance.

Faktor změny variability (VIF) je dán vztahem

$$VIF_i = \frac{1}{1 - R_{x_i}^2}, \quad (3.56)$$

kde $R_{x_i}^2$ je koeficient determinace a pochází z regresního modelu, kdy proměnnou x_i vysvětlujeme prostřednictvím ostatních vysvětlujících proměnných. Jestliže se koeficient determinace rovná nule, potom faktor změny variability se rovná jedné, a v případě že se koeficient determinace rovná jedné, potom faktor změny variability se blíží nekonečnu. Čím vyšší je faktor změny variability, tím vyšší je závislost x_i na ostatních faktorech. Blíží-li se hodnota faktoru číslu deset, považuje se již silná multikolinearita.

Koeficient tolerance (TOL) vychází z faktoru změny variability a je dán vztahem

$$TOL_i = \frac{1}{VIF_i} = 1 - R_{x_i}^2. \quad (3.57)$$

Jestliže je koeficient determinace roven nule, potom koeficient tolerance je roven jedné, a v případě že je koeficient determinace roven jedné, potom se koeficient tolerance blíží nule. Čím nižší je koeficient tolerance, tím vyšší je závislost x_i na ostatních faktorech. Je-li hodnota koeficientu tolerance menší než 0,1, považuje se již silná multikolinearita.

Příčiny a důsledky multikolinearity

Multikolinearita vysvětlujících proměnných je bohužel velmi častým jevem a má tyto příčiny:

- Nejčastější příčinou existence multikolinearity je stejná trendová tendence ekonomických časových řad, zejména makroekonomických dat.
- Neexperimentální charakter disponibilních dat zejména při průřezové analýze.
- Nevhodné zavedení zpožděných vysvětlujících proměnných.

- Neadekvátní použití umělých proměnných.

V případě nedokonalé, ale velmi silné lineární závislosti vysvětlujících proměnných, se projevují důsledky pro odhadnuté regresní parametry metodou nejmenších čtverců. Odhadnuté parametry jsou nezkreslené a vydatné, mají velký rozptyl a kovarianci, nelze separovat vliv jednotlivých vysvětlujících proměnných na vysvětlovanou proměnnou, vysoké hodnoty rozptylu parametrů mohou znamenat nízké hodnoty t -statistiky, která posuzuje statistickou významnost regresního parametru a jako poslední, odhady parametrů a jejich rozptyly jsou velmi citlivé na malé změny ve výběrových datech a specifikaci modelu.

Odstranění multikolinearity

Při odstraňování vysokého stupně multikolinearity můžeme použít:

- získat nový výběrový soubor rozšířením původního výběrového souboru,
- odstranit vysvětlující proměnnou, která způsobuje multikolinearitu,
- využít další dodatečnou informaci o hodnotě odhadovaného parametru z ekonomické teorie nebo empirických analýz,
- transformace proměnných (centrování, normování),
- použití metody hlavních komponent, která umožní objektivním způsobem přejít k menšímu počtu lineárních kombinací původních vysvětlujících proměnných.⁶¹

⁶¹ HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1. str. 174-178

4 Posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost alternativních podílových fondů

Cílem praktické části diplomové práce je zhodnocení vlivu vybraných proměnných na průměrnou výnosnost pěti komoditních fondů v ČR. Data jsou zpracována v programu SPSS a jsou zachycena v měsíčním vývoji za pětileté období od ledna 2013 do prosince 2017.

4.1 Vstupní data

Vstupní data jsou tvořena šestnácti nezávislými vysvětlujícími proměnnými a jednou závislou vysvětlovanou proměnnou. Vysvětlovanou proměnnou v modelu je výnosnost komoditních fondů. Chceme zjistit, zda a jak je tato veličina ovlivňována vybranými vysvětlujícími proměnnými. Výnosnost komoditních fondů, dostupných na českém trhu, byla vybrána z důvodu zaměření diplomové práce na alternativní investování. Do vysvětlujících proměnných byly zařazeny takové faktory, které by z logického úsudku mohly mít na výnosnost komoditních fondů určitý vliv a byly k dispozici v měsíčních intervalech. Budeme tak dále zkoumat, jak velký vliv vybrané faktory mají a pokusíme se sestavit statisticky významný regresní lineární model. Vstupní data jsou součástí přílohy č. 1. Proměnné jsou zachyceny v tabulce 4.1, ve které jsou uvedeny názvy proměnných, jejich zkratky a typ proměnné.

Tabulka 4.1 Proměnné tvořící vstupní data

Proměnná	Zkratka	Typ proměnné
Průměrná výnosnost komoditních fondů	VK	Závislá – vysvětlovaná
Cena ropy	PR	Nezávislá – vysvětlující
Cena zlata	PZ	
Kurz koruny k dolaru (CZK/USD)	USD	
Kurz koruny k euru (CZK/EUR)	EUR	
Akciový index PX	PX	
Komoditní index Dow Jones Commodity Index	DJCI	
Komoditní index S&P Commodity Index	SPCI	
Komoditní index Bloomberg Commodity index	BCI	

Inflace	INF	
Míra nezaměstnanosti	NEZ	
Cena bitcoinu	BIT	
Wheat Futures	WHEATF	
Nickel Futures	NICKELF	
Aluminium Futures	ALUMF	
Crude Oil WTI Futures	OILF	
Gold Futures	GOLDF	

Nejprve byla ze vstupních dat vytvořena korelační matice, která zachycuje vzájemnou závislost mezi proměnnými. Po analýze této korelační matice, která je součástí přílohy č. 2, lze vidět nízkou korelační závislost mezi vysvětlovanou proměnnou a vysvětlujícími proměnnými. Nejvyšší korelaci zde má proměnná Aluminium Futures, která má hodnotu 0,308. Následně, další nejvyšší korelaci mají vysvětlující cena bitcoinu s hodnotou 0,237, míra nezaměstnanosti, která má nepřímou lineární závislost, tzn, že se vyvíjí opačným směrem než vysvětlovaná proměnná, s hodnotou -0,222 a Bloomberg Commodity Index, také s negativní závislostí a hodnotou -0,204. Nejnižší korelační koeficient pak mají proměnné kurz CZK/USD, Gold Futures, Crude Oil WTI Futures a Nickel Futures. Naopak korelace mezi vysvětlujícími proměnnými je vysoká, což je nežádoucí vliv z důvodu výskytu multikolinearity. Výsledky z prvotní párové korelace, jsou poněkud nečekané, jelikož se zde na první pohled významná závislost neprokázala.

Data však byla dále blíže analyzována pro případ výskytu nestacionarity, zpoždění či sezónnosti nebo trendu, více obsaženo v kapitole 4.3, a upravena na základě grafické analýzy. Po transformaci dat, se korelace některých proměnných zvýšila. Následně byla vytvořena další korelační matice již z vybraných, transformovaných, statisticky významných proměnných, viz tabulka 4.3, které měly po úpravě nejvyšší koeficient korelace s vysvětlovanou proměnnou. Výjimkou je míra nezaměstnanosti. Ta byla vybrána z důvodu přidání i makroekonomické veličiny a také z kuriozity, zda je tato veličina pro model také statisticky významná. Vybranými proměnnými jsou kurz CZK/USD, cena ropy, míra nezaměstnanosti, S&P Commodity Index, Dow Jones Commodity Index, Bloomberg Commodity Index, a Gold Futures. Nejvyšší korelace dosahuje BCI s hodnotou 0,982 a

nejnižší korelace dosahuje právě míra nezaměstnanosti s koeficientem citlivosti 0,027. V souboru SPSS jsou proměnné, až na kurz CZK/USD a míru nezaměstnanosti, označeny jednou či dvěma hvězdičkami, což znamená, že korelace je významná na hladině významnosti 0,05 nebo 0,01. Vzhledem k výsledkům korelační matice transformovaných dat bylo vybráno z šestnácti vysvětlujících proměnných pět, pro bližší analýzu a vytvoření regresního modelu (ze 3 komoditních indexů, byl vybrán pouze jeden, a to S&P Commodity Index). Kritéria pro jejich výběr byla taková, že proměnné musí být statisticky významné na hladině významnosti 0,05 nebo 0,01 a společně tvořit nejvhodnější jednotný model pro lineární regresi.

4.2 Formulace modelu

V této kapitole bude provedena formulace ekonomického a stochastického regresního modelu. Ekonomická formulace modelu obsahuje jak stanovení předmětu zkoumání, tak popis jednotlivých proměnných a formulaci hlavních a dílčích hypotéz.

4.2.1 Ekonomické veličiny

Nyní budou vymezeny hlavní proměnné, které byly zvoleny pro sestavení modelu. Všechny proměnné jsou s měsíční frekvencí. Vysvětlovanou proměnnou je výnosnost komoditních fondů, která je uvedena v procentech. Pomocí regresního modelu chceme popsat, jak je tato veličina ovlivňována kurzem dolaru, cenou ropy, S&P komoditním indexem, mírou nezaměstnanosti a futures kontraktem na zlato.

Průměrná výnosnost komoditních fondů

Průměrná výnosnost komoditních fondů je, jak již bylo zmíněno, závislou vysvětlovanou proměnnou v modelu. Vstupními údaji pro výpočet byly historické ceny podílových listů pěti vybraných komoditních fondů, které byly staženy z webových stránek investičních společností. Vybranými komoditními fondy jsou:

- CREDIT SUISSE COMMODITY INDEX PLUS,
- PARVEST COMMODITIES H,
- GENERALI FOND KOMODITNÍ,
- ČSOB KOMODITNÍ,

- NN COMMODITY ENHANCED.

Všechny fondy byly vybrány na základě možnosti investování v ČR a v českých korunách. Bližší informace o daných fondech jsou obsaženy v příloze 3. Výnosnosti těchto fondů byly vypočteny dle vztahu 3.2. Následně byl z daných pěti měsíčních výnosností vypočten aritmetický průměr a tím vznikla časová řada jedné závislé proměnné.

Kurz CZK/USD

Nominální kurz české koruny k dolaru (kolik korun českých musíme zaplatit za jeden dolar) je vysvětlující proměnná udávána v korunách českých, jejichž historické hodnoty byly čerpány z webových stránek ARAD.

Cena ropy

Další nezávislou proměnou je cena ropy, v tomto případě ropa Brent, která je taktéž udávána v korunách českých za barel a hodnoty byly čerpány z webové stránky Kurzy.cz

S&P Commodity Index

Standard and Poor's komoditní index je světový index obsahující komoditní futures kontrakty v odvětví energie, průmyslových kovů, zemědělství a drahých kovů. Tento index byl dříve znám po názvem Goldman Sachs Commodity Index (GSCI), ale společnost Standard and Poor's ji koupila v roce 2007.⁶² Index je dán v dolarech a jeho historické hodnoty byly staženy z webové stránky Yahoo Finance.

Míra nezaměstnanosti

Míra nezaměstnanosti 15-64letých je podíl nezaměstnaných k ekonomicky aktivnímu obyvatelstvu a je udávána v procentech. Historické hodnoty této proměnné byly staženy z webové stránky Českého statistického úřadu.

Gold Futures

Futures na bázi zlata jsou standardizované kontrakty obchodované na burze, ve kterých se kupující smlouvy zavazuje převzít od prodávajícího konkrétní množství zlata

⁶² GREGORIOU, Greg N. *Encyclopedia of alternative investments*. Boca Raton: CRC Press, 2009. 541 s. ISBN 978-1-4200-6488-9. str. 213

(komodity) za předem stanovenou cenu v budoucnu. Gold Futures je dán v dolarech a jeho historické hodnoty byly staženy z webové stránky Yahoo Finance.

4.2.2 Formulace hypotéz

V regresním modelu je formulována hlavní hypotéza a dílčí hypotézy. Hlavní hypotézu tvoří vliv vysvětlujících proměnných na vysvětlovanou proměnnou a vyjadřuje tvrzení, které v modelu ověřujeme. Dílčí hypotézy představují vliv jednotlivých vysvětlujících proměnných na vysvětlovanou proměnnou. Hlavní hypotézou je tedy vliv kurzu dolaru, ceny ropy, S&P komoditního indexu, nezaměstnanosti a Gold Futures na průměrnou výnosnost komoditních fondů. Hlavní hypotézu lze zapsat ve tvaru

$$VA = f(USD; PR; SPCI; NEZ; GOLD). \quad (4.1)$$

Analyzován je vztah jak mezi vysvětlujícími proměnnými a vysvětlovanou proměnnou, tak vztah jednotlivých vysvětlujících proměnných a vysvětlované proměnné. Dílčí hypotézy o lineární závislosti vysvětlované proměnné a vysvětlujících proměnných lze zapsat ve tvaru

$$VA = f(USD), \quad (4.2)$$

$$VA = f(PR), \quad (4.3)$$

$$VA = f(SPCI), \quad (4.4)$$

$$VA = f(NEZ), \quad (4.5)$$

$$VA = f(GOLDF). \quad (4.6)$$

Je předpokladem, že komoditní indexy, jako je SPCI budou mít na výnosnost komoditních fondů vliv, jelikož dané indexy zahrnují velké množství komodit obchodovaných na burze a je pravděpodobné, že v portfoliu jednotlivých komoditních fondů jsou obsaženy určité komodity, které jsou součástí indexů. Podobně je tomu i obchodovaných komodit jako je futures kontrakty na zlato a cena ropy. U těchto proměnných je předpokládána přímá lineární závislost, tj. vzroste-li hodnota těchto proměnných, výnosnost komoditních fondů také vzroste.

Dále je předpokladem, že vliv kurzu amerického dolaru, který může mít vliv na ceny daných komodit, které jsou obchodovány na světových trzích často v této americké měně,

bude mít nepřímou lineární závislost na vysvětlované proměnné. Očekává se, že vrose-li kurz české koruny k americkému dolaru a oslabení koruny, tzn. budou-li muset investoři zaplatit víc korun za jeden americký dolar, stane se pak investice do komodit, jejichž cena, např. cena ropy, z tohoto důvodu vzrostla, pro ně nevýhodná a výnosnost komoditních fondů, tak bude klesat. Ovšem můžeme to brát také z pohledu portfolia daného fondu, má-li ve svém portfoliu investice v dolarech, který posílí, výnosnost fondů tímto vzroste. Nepřímá lineární závislost je očekávána u míry nezaměstnanosti, kdy v případě, že bude nezaměstnanost růst, lidé budou mít méně volných disponibilních prostředků a nebudou do komoditních fondů investovat. Tímto, opět množství peněžních prostředků ve fondech poklesne a fondům bude plynout nižší výnos. Naskytá se zde však otázka, kdo jsou hlavními investory do alternativních komoditních fondů a zda je míra nezaměstnanosti může ovlivňovat, jelikož hlavními investory bývají vysoce příjmový jedinci, či institucionální investoři. Nepřímá lineární závislost je tak předpokládána u proměnných kurz koruny k dolaru a míra nezaměstnanosti.

4.2.3 Formulace stochastického regresního modelu

Stochastický model je regresní model, který obsahuje náhodnou složku. Forma analyzovaného regresního stochastického modelu s náhodnou složkou má tvar

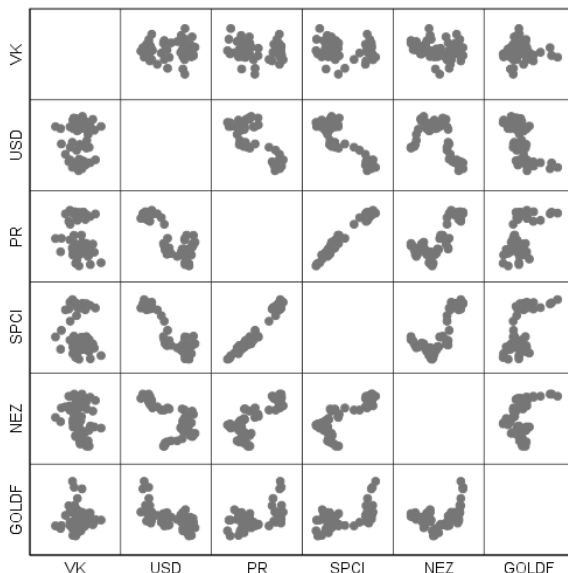
$$VA_t = \beta_1 - \beta_2 \cdot USD_t + \beta_3 \cdot PR_t + \beta_4 \cdot SPCI_t - \beta_5 \cdot NEZ_t + \beta_6 \cdot GOLDLF_t + \varepsilon_t, \quad (4.7)$$

kde β_1 je úrovněová konstanta, $\beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ a β_6 jsou regresní koeficienty neboli citlivostní změny vysvětlované veličiny na vysvětlující veličiny a ε_t je náhodná složka.

V modelu jsou vyjádřeny vazby, které jsou mezi vysvětlovanou proměnnou a vysvětlujícími proměnnými. Aby bylo umožněno kvantifikovat tyto vazby za pomoci vysvětlujících proměnných, je nutné, aby mezi sebou měly funkční vztah, který je determinován mírou závislosti. Tato míra závislosti je kvantifikována právě pomocí regresních koeficientů. Koeficienty zjednodušeně vypovídají o změně vysvětlované proměnné v důsledku změny vysvětlujících proměnných o jednu jednotku. U koeficientu β_1 není hodnocen vztah vůči vysvětlované proměnné. Pro další zkoumání modelu je tedy nutno předpokládat existenci vztahu mezi vysvětlovanou proměnnou a jednotlivými vysvětlujícími proměnnými, který se nadále testuje v programu SPSS pomocí bodového grafu, kdy na osu Y

je zanesena vysvětlovaná proměnná a na osu X jednotlivé vysvětlující proměnné. Vygenerovanou grafickou závislost lze vidět v obrázku 4.1.

Obrázek 4.1 Bodové grafy vztahů mezi proměnnými



Zdroj: Vlastní zpracování

Vzájemný vztah mezi vysvětlovanou proměnnou a jednotlivými vysvětlujícími proměnnými lze sledovat v prvním řádku grafické matice. Z bodových grafů lze souhrnně tvrdit, že se vzájemná závislost netransformovaných dat nedá zcela posoudit. Linie grafu nejsou ani rostoucí, ani klesající. Nelze tedy odvodit, zda regresní koeficienty budou kladné či záporné. Tudiž lze předpokládat, že závislost mezi vysvětlovanou a jednotlivými vysvětlujícími není příliš významná.

4.3 Analýza časových řad

V této kapitole bude provedena analýza časových řad za sledované pětileté období. Bude provedena grafická analýza vývoje, kdy bude posouzena stacionarita, analýza extrémních a chybějících hodnot a možné zpoždění vysvětlujících oproti vysvětlované. Případně budou data transformována adekvátní metodou.

4.3.1 Grafická analýza

V grafické analýze je analyzován vývoj jednotlivých proměnných v čase pomocí liniových grafů, které jsou součástí přílohy č. 4 – grafy P 4.1–4.6. Do grafů se na osu X nanáší datum a na osu Y hodnoty dané proměnné.

Vývoj vysvětlované proměnné – výnosnost komoditních fondů je velmi volatilní, jelikož komodity jsou citlivé na změny na finančních trzích. Z toho důvodu průměrná výnosnost komoditních fondů kolísá. Kurzu české koruny k dolaru byl od roku 2014 velmi rostoucí, do roku 2016 stabilní a od roku 2017 začal klesat. S&P komoditní index zaznamenal kolem šestého až sedmého měsíce roku 2014 prudký propad, který na začátku roku 2016 dosáhl až na své dno a od té doby začal opět mírně růst. Cena ropy má opačný vývoj jak kurz koruny k dolaru, kdy se v létě roku 2014 cena ropy výrazně propadla. Klesající ceny ropy byly jednou z největších světových energetických událostí, tzv. ropný šok, kdy od roku 2014 byla nabídka ropy mnohem vyšší než poptávka po ní. Příčinou byl přebytek těžby černého zlata. Ten byl způsoben rozvojem těžby břidlicového plynu v USA a rozhodnutí OPEC nesnížit produkci ropy, aby neztratila podíl na trhu.⁶³ Míra nezaměstnanosti má stále klesající tendenci. Vývoj futures na zlato byl od roku 2013 prudce klesající, avšak od června 2013 mírně vzrostl a od té doby, až na mírný tříměsíční propad, má v podstatě konstantní vývoj.

Časové řady prokazují až na vysvětlovanou proměnnou, která se jeví jako stacionární, jelikož hodnoty časové řady kolísají kolem nulové hodnoty, jako nestacionární. Proto byly časové řady všech vysvětlujících proměnných transformovány pomocí míry ekonomického růstu, dle vztahu 3.13. Byla vybrána tato transformace z důvodu relativní změny, na základě které, byly vypočteny i výnosy komoditních fondů. Dále byl zkoumán výskyt trendu či sezónnosti u daných časových řad. U časových řad se na základě grafické analýzy sezónnost ani trend neprokázala, proto nemusela být data dekomponována.

Následně bylo také zkoumáno, na základě křížové korelace, která je taktéž součástí přílohy č. 4 – grafy P 4.13 – 4.17, možné časové zpoždění mezi vysvětlovanou a jednotlivými vysvětlujícími proměnnými. Prokázalo se, že zde existuje časové zpoždění některých vysvětlujících proměnných vůči vysvětlované. Po následné analýze a další transformaci dat byl prokázán silný vztah mezi vysvětlujícími proměnnými a vysvětlovanou proměnnou zpožděnou o jedno období. Následně byla opět zkoumána korelace již transformovaných proměnných. Korelace ukázala, že díky provedení časového zpoždění vysvětlované proměnné, se koeficienty citlivosti mezi vysvětlovanou proměnnou a vysvětlujícími výrazně zvýšily. Korelační matice transformovaných dat je zobrazena v tabulce 4.3.

⁶³ WIKIPEDIE: *Ropný šok* [online]. [cit. 15. 3. 2019]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Ropn%C3%BD_%C5%A1ok

Výsledkem je, že úprava časových řad, konkrétně tedy zmírnění nestacionarity vysvětlujících proměnných a zpoždění vysvětlované proměnné, pomohla k zvýšení koeficientů citlivosti, a to ve významné míře. V diplomové práci tak budeme s těmito transformovanými proměnnými dále pracovat.

4.3.2 Analýza chybějících, odlehlých a extrémních hodnot

Na základě výpočtu deskriptivních statistik, které jsou uvedeny v tabulce 4.2, lze vidět, že časové řady jsou úplné a nejsou zde žádné chybějící hodnoty.

Tabulka 4.2 Deskriptivní statistiky

		VK	USD	PR	SPCI	NEZ	GOLDF
N	Platné	60	60	60	60	60	60
	Chybějící	0	0	0	0	0	0
Střední hodnota		-0,889 %	22,549	1578,653	473,675	5,072	1262,368
Medián		-1,058 %	23,006	1412,560	416,630	5,050	1259,350
St. chyba stř. hodnoty		3,343 %	2,220	451,475	125,434	1,512	113,438
Rozptyl		11,173	4,930	203830,085	15733,647	2,287	12868,169
Šikmost		-0,197	-0,229	0,267	0,424	-0,132	1,316
St. chyba šikmosti		0,309	0,309	0,309	0,309	0,309	0,309
Špičatost		0,722	-1,555	-1,503	-1,544	-1,287	3,180
St. chyba špičatosti		0,608	0,608	0,608	0,608	0,608	0,608
Minimum		-10,290 %	18,830	860,160	300,670	2,400	1060,30
Maximum		7,640 %	25,640	2258,840	675,370	7,300	1660,60

Zdroj: Vlastní zpracování

Analýza extrémních a odlehlých hodnot je provedena pomocí boxplotů všech proměnných, které jsou zobrazeny v příloze č. 4 – grafy P 4.7 – 4.12. Extrémní hodnoty jsou značeny hvězdičkou a odlehlé hodnoty kolečkem. U všech proměnných kromě vysvětlované proměnné a proměnné futures na zlato, nebyly nalezeny žádné odlehlé či extrémní hodnoty. U výnosnosti komoditních fondů byla zjištěna jedna odlehlá hodnota. U proměnné Gold Futures byly nalezeny tři odlehlé hodnoty. Odlehlé hodnoty jsou způsobeny volatilitou. V tomto případě nebudeme odlehlé hodnoty nahrazovat, jelikož by po nahrazení došlo ke změně vztahů mezi proměnnými a k snížení závislosti mezi proměnnými.

4.4 Korelační matice proměnných modelu

V tabulce 4.3 představující korelační matici je v prvním řádku zobrazena lineární závislost vysvětlované a všech významných transformovaných vysvětlujících proměnných, i když dále budeme pracovat pouze s jedním komoditním indexem.

Tabulka 4.3 Korelace transformovaných vybraných proměnných

	lag_VK	mr_USD	mr_PR	mr_NEZ	mr_SPCI	mr_DJCI	mr_BCI	mr_GOLDF
lag_VK	1	-0,242	0,690	0,027	0,867	0,953	0,982	0,455
mr_USD	-0,242	1	-0,062	0,290	-0,247	-0,276	-0,227	-0,129
mr_PR	0,690	-0,062	1	-0,093	0,902	0,730	0,697	0,073
mr_NEZ	0,027	0,290	-0,093	1	-0,139	-0,023	0,023	0,122
mr_SPCI	0,867	-0,247	0,902	-0,139	1	0,905	0,883	0,193
mr_DJCI	0,953	-0,276	0,730	-0,023	0,905	1	0,969	0,341
mr_BCI	0,982	-0,227	0,697	0,023	0,883	0,969	1	0,408
mr_GOLDF	0,455	-0,129	0,073	0,122	0,193	0,341	0,408	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Korelační koeficienty citlivosti vyjadřují až na kurz koruny k dolaru pozitivní lineární závislost. To znamená, že se vysvětlující proměnné chovají stejným způsobem jako vysvětlovaná proměnná. Lineární závislost mezi kurzem CZK/USD a vysvětlovanou VK je negativní, tzn. že s klesajícím kurzem koruny vůči dolaru průměrná výnosnost komoditních fondů roste. Na základě korelační matice jsou potvrzeny jednotlivé hypotézy o vývoji jednotlivých proměnných, až na proměnnou NEZ, kde byla přepokládána negativní lineární závislost.

4.5 Odhad lineárního regresního modelu a statistická verifikace

V této kapitole bude odhadnut lineární regresní model na základě vztahu 4.7. Model, který je pro účely diplomové práce analyzován bude odhadnut pomocí metody nejmenších čtverců, na hladině významnosti 5 %, o které pojednává kapitola 3.3.2. Následně bude odhadnutý model pro nalezení jeho statistické významnosti statisticky verifikován. Verifikaci také podstoupí odhadnuté regresní koeficienty. Nyní budou provedeny jednotlivé odhady modelu, pro nalezení výsledného statisticky významného modelu, v němž budou následně testovány ekonometrické jevy popsány v teoretické části diplomové práce. Pracujeme již s transformovanými daty. Tzn. vysvětlovaná proměnná – průměrná výnosnost komoditních fondů zpožděná o jedno období označena jako *lag_VK*, a vysvětlující proměnné

transformované na základě ekonomické míry růstu, z důvodu zmírnění nestacionarity, označeny předponou *mr*.

4.5.1 První odhad modelu

První odhad modelu má tvar

$$\begin{aligned} \text{lag_VA}_{t-1} = & -0,216 + 0,043 \cdot \text{mr_USD}_t - 0,164 \cdot \text{mr_PR}_t + 0,773 \cdot \text{mr_SPCI}_t \\ & + 0,163 \cdot \text{mr_NEZ}_t + 0,175 \cdot \text{mr_GOLDLF}_t + \varepsilon_t. \end{aligned} \quad (4.8)$$

Na základě odhadu lineárního regresního modelu jsou získány čtyři základní výstupy z tohoto modelu. Jde o shrnutí modelu, analýzu rozptylu, odhad regresních parametrů a reziduální statistiky.

Tabulka 4.4 Shrnutí modelu

Model	R	R ²	Korigovaný R ²	St. chyba odhadu	DW
1	0,935 ^a	0,874	0,862	1,246	1,982
a. Vysvětlující proměnné: (konstanta), mr_PR, mr_USD, mr_SPCI, mr_NEZ, mr_GOLDF b. Vysvětlovaná proměnná: lag_VK					

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4.4 obsahuje základní charakteristiky modelu jako je hodnota koeficientu vícenásobné korelace, koeficientu determinace, korigovaného koeficientu determinace a standardní chyby odhadu lineární regrese. Nejvýznamnějším koeficientem je koeficient determinace R², který vyjadřuje vypovídající schopnost odhadnutého regresního modelu. Tento koeficient dosahuje hodnoty 0,874 (87,4 %), což představuje vysokou vypovídací schopnost modelu. Koeficient determinace lze interpretovat jako: lineární kombinací vysvětlujících proměnných v modelu 4.8 je vysvětleno 87,4 % variability průměrné výnosnosti komoditních fondů. V tabulce je také obsažena Durbin-Watsonova (DW) statistika, která by se měla pohybovat kolem hodnoty 2 a na základě které je analyzována autokorelace. Hodnota 1,982 naznačuje, že reziduální složka by měla splňovat požadované předpoklady.

Tabulka 4.5 ANOVA

Model		Součet čtverců	df	St. kvadratická chyba	F	Sig.
1	Regrese	569,225	5	113,845	73,350	0,000 ^b
	Rezidua	82,260	53	1,552		
	Celkem	651,484	58			

a. Vysvětlovaná proměnné: lag_VK
b. Vysvětlující proměnné: (konstanta), mr_PR, mr_USD, mr_SPCI, mr_NEZ, mr_GOLDF

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 4.5 nalezneme hodnoty k analýze rozptylu vysvětlované proměnné. Z tabulky je patrné, že počet stupňů volnosti regresní části je 5 a reziduální části modelu je 53. Významnou statistikou je F statistika, která má v tomto odhadnutém modelu hodnotu 73,350. F statistika vypovídá o statistické významnosti daného modelu. Lze ji porovnat s kritickou hodnotou pro F -test. Druhou možností je porovnat významnost (signifikanci) s hladinou významnosti. Hodnota Sig. je nulová, což značí, že zvolený model je významný. Kritická hodnota pro F -test, vypočítaná v Excelu dle funkce FINV, je 2,39. Porovnáme-li vypočítanou kritickou hodnotu s F statistikou v tabulce 4.5, je zřejmé, že model je statisticky významný na hladině významnosti 5 %.

Tabulka 4.6 Koeficienty

Model		Nestandard. koeficienty		Standard. koeficienty	t	Sig.
		Beta	Směr. odchylka	Beta		
1	(konstanta)	-0,216	0,211		-1,021	0,312
	mr_USD	0,043	0,088	0,028	0,489	0,627
	mr_PR	-0,164	0,051	-0,402	-3,206	0,002
	mr_SPCI	0,773	0,084	1,206	9,219	0,000
	mr_NEZ	0,163	0,071	0,119	2,296	0,026
	mr_GOLDF	0,175	0,038	0,241	4,623	0,000

a. Vysvětlovaná proměnné: lag_VK

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším výstupem odhadu regresního modelu na základě MNČ je odhad regresních koeficientů, který lze spatřit v tabulce 4.6.

V této tabulce jsou obsaženy hodnoty nestandardních beta regresních koeficientů, z kterých je model ve vztahu 4.8 složen. Celkem bylo odhadnuto 6 regresních koeficientů, včetně úrovně konstanty. Hodnoty koeficientů lze interpretovat např. následovně: s růstem

komoditního indexu SPCI o 1 % se zvýší průměrná výnosnost komoditních fondů o 0,773 % za jinak nezměněných okolností (*ceteris paribus*). Podobná interpretace by zněla i u dalších kladných koeficientů. Záporná hodnota ceny ropy značí opačný vliv, který lze interpretovat následovně: vzroste-li cena ropy o 1 %, průměrná výnosnost komoditních fondů klesne o 0,164 % *ceteris paribus*.

Následně lze v tabulce pozorovat významné dva poslední sloupce. Jeden ze sloupců vykazuje *t*-statistiku, na základě které, lze určit statistickou významnost odhadnutých regresních koeficientů. Statistickou významnost lze určit také pomocí posledního sloupce vykazujícího hodnotu signifikance. Statistická významnost je zjištěna na základě porovnání hodnot signifikance daných regresních koeficientů s hladinou významnosti 5 %. Je-li hodnota signifikance regresního koeficientu menší než hodnota 0,05, je považován za statisticky významný. Z tabulky je patrné, že statisticky významný není pouze koeficient USD (kurz české koruny vůči dolaru), který vykazuje hodnotu 0,627. Použijeme-li druhou možnost a porovnáme-li jednotlivé *t*-statistiky z tabulky s vypočtenou kritickou hodnotou pro *t*-test, vypočtenou na základě funkce TINV jejíž hodnota je 2,006 zjistíme, že opět až na proměnnou USD, je testová statistika (v absolutní hodnotě) pro jednotlivé proměnné větší než kritická hodnota. Koeficienty jsou tak statisticky významné.

Tabulka 4.7 Reziduální statistiky

	Minimum	Maximum	Střední hodnota	Std. odchylka	N
Predikovaná hodnota	-9,673	5,922	-0,935	3,133	59
Rezidua	-2,752	3,166	0,000	1,190	59
Std. predikovaná hodnota	-2,789	2,189	0,000	1,000	59
Std. rezidua	-2,209	2,542	0,000	0,956	59
a. Vysvětlovaná proměnné: lag_VK					

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední z výstupů odhadu regresního modelu jsou reziduální statistiky, které obsahuje tabulka 4.7. Tabulka zachycuje informace o vysvětlované proměnné, jako jsou deskriptivní statistiky (minimum, maximum, střední hodnotu), standardizovanou odchylka a počet hodnot časové řady.

Na základě prvního odhadu regresního modelu je model zhodnocen jako statisticky významný. Na základě posouzení odhadu regresních koeficientů z tabulky 4.6, byl jako statisticky nevýznamný vyhodnocen koeficient kurzu koruny vůči dolaru, který bude z tohoto

důvodu odstraněn a bude proveden druhý odhad modelu. Také se změnilý dílčí hypotézy proměnných CKZ/USD, PR a NEZ.

4.5.2 Druhý odhad modelu

Po vyloučení vysvětlující proměnné CZK/USD je odhadnut nový model, který má tvar

$$\text{lag_VA}_{t-1} = -0,196 - 0,155 \cdot \text{mr_PR}_t + 0,757 \cdot \text{mr_SPCI}_t + 0,173 \cdot \text{mr_NEZ}_t + 0,174 \cdot \text{mr_GOLDF}_t + \varepsilon_t \quad (4.9)$$

Tabulka 4.8 Shrnutí modelu

Model	R	R ²	Upravené R ²	St. chyba odhadu	DW
1	0,934 ^a	0,873	0,864	1,237	1,967
a. Vysvětlující proměnné: (konstanta), mr_PR, mr_SPCI, mr_NEZ, mr_GOLDF b. Vysvětlovaná proměnné: lag_VK					

Zdroj: Vlastní zpracování

Tabulka 4.8 opět obsahuje základní charakteristiky modelu. Nejvýznamnějším koeficientem je koeficient determinace R². Tento koeficient dosahuje hodnoty 0,873 (87,3 %), Koeficient determinace se oproti prvnímu modelu snížil, ale pouze o desetinu. Je to způsobeno vyloučením kurzu koruny k dolaru. Koeficient determinace je i nadále vysoký, tzn. model lze hodnotit jako dostatečně vysvětlující a statisticky významný. V tabulce je také obsažena DW statistika, která se oproti předcházejícímu odhadu snížila o dvě setiny na 1,967. Analýza autokorelace na základě DW testu bude provedena v následující kapitole.

Tabulka 4.9 ANOVA

Model		Součet čtverců	df	St. kvadratická chyba	F	Sig.
1	Regrese	568,854	4	142,213	92,938	0,000 ^b
	Rezidua	82,631	54	1,530		
	Celkem	651,484	58			
a. Vysvětlovaná proměnné: lag_VK b. Vysvětlující proměnné: (konstanta), mr_PR, mr_SPCI, mr_NEZ, mr_GOLDF						

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 4.9 nalezneme další výstup druhého odhadu modelu. Významnou statistikou je F statistika, která má v tomto odhadnutém modelu hodnotu 92,938. Hodnota Sig. je nulová, což vypovídá o statistické významnosti modelu. Kritická hodnota pro F-test je 2,54.

Porovnáme-li vypočítanou kritickou hodnotu s F statistikou v tabulce 4.9, je zřejmé, že model je statisticky významný na hladině významnosti 5 %.

Tabulka 4.10 Koeficienty

Model		Nestandard. koeficienty		Standard. koeficienty	t	Sig
		Beta	Směr. odchylka	Beta		
1	(konstanta)	-0,196	0,206		-0,952	0,345
	mr_PR	-0,155	0,047	-0,380	-3,270	0,002
	mr_SPCI	0,757	0,076	1,180	9,911	0,000
	mr_NEZ	0,173	0,068	1,126	2,529	0,014
	mr_GOLDF	0,174	0,038	0,240	4,640	0,000
a. Vysvětlovaná proměnná: lag_VK						

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším výstupem odhadu je odhad regresních koeficientů. V tabulce 4.10 jsou opět obsaženy hodnoty beta regresních koeficientů, z kterých je model ve vztahu 4.9 složen. Celkem bylo odhadnuto 5 regresních koeficientů, včetně úrovně konstanty. Hodnota signifikance je nyní u všech vysvětlujících proměnných menší než hladina významnosti 5 %, což značí statistickou významnost všech proměnných. Porovnáním t -statistiky s kritickou hodnotou pro t -test, která má hodnotu 2,005, je potvrzena statistická významnost všech vysvětlujících proměnných.

Na základě odhadu regresních koeficientů nebyly potvrzeny všechny dílčí hypotézy stanovené v podkapitole 4.2.2. Lišícími se dílčími hypotézami je hypotéza o míře nezaměstnanosti (koeficient NEZ), kde byl předpokládán negativní lineární vztah, a hypotéza o pozitivní závislosti ceny ropy. Jak vidíme, vztah těchto koeficientů po odhadnutí modelu je jiný, než v korelační matici v tabulce 4.3 či v příloze č. 2. Změna vztahu je, přisuzována vzájemné influenci mezi jednotlivými vysvětlujícími při odhadování modelu. Pro ověření tak byly odhadnuty modely pouze s jednou danou vysvětlující proměnnou. U ceny ropy se tak beta koeficient změnil na kladný v hodnotě 0,281, což by potvrzovalo původní hypotézu, pro SPCI a GOLDF koeficient zůstal stejný (kladný) a pro NEZ také kladný, avšak velmi nízký v hodnotě 0,037. To znamená, že jediná tato proměnná nesplňuje počáteční hypotézu o negativním vztahu. Podíváme-li se však také na křížovou korelaci proměnné NEZ s vysvětlovanou proměnnou v příloze č. 4 graf P 4.16 vidíme, že sloupce směřují dolů, tzn. byl by předpokládán spíše negativní vztah. Změna může být také způsobena transformací

proměnných a externími vlivy, jako např. ropný šok. Budeme však pro další analýzu brát znaménka koeficientů, které nám vyšly v odhadnutém modelu.

Tabulka 4.11 Reziduální statistiky

	Minimum	Maximum	Střední hodnota	Std. odchylka	N
Predikovaná hodnota	-9,643	5,932	-0,935	3,132	59
Rezidua	-2,674	3,195	0,000	1,194	59
Std. predikovaná hodnota	-2,780	2,193	0,000	1,000	59
Std. rezidua	-2,161	2,583	0,000	0,965	59

a. Vysvětlovaná proměnné: lag VK

Zdroj: Vlastní zpracování

Poslední z výstupů druhého odhadu regresního modelu jsou reziduální statistiky, které obsahuje tabulka 4.11.

Na základě druhého odhadu regresního modelu je model 4.9 zhodnocen jako statisticky významný na hladině významnosti 5 %. Statická významnost modelu je potvrzena i statistickou významností jednotlivých odhadnutých regresních koeficientů. Tento model bude použit k dalším analýzám. Nejprve bude provedena ekonometrická verifikace modelu a následně verifikace ekonomická.

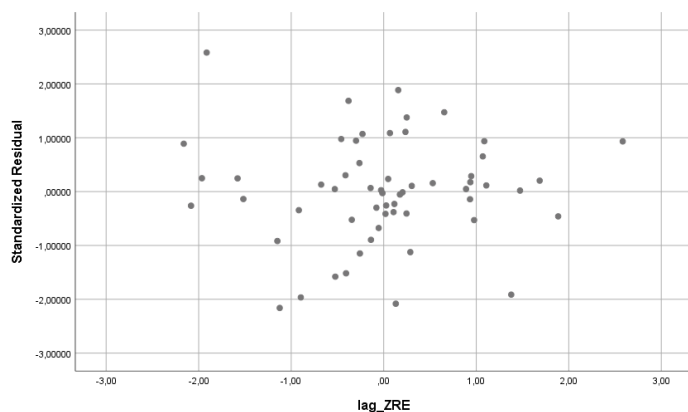
4.6 Ekonometrická verifikace

4.6.1 Autokorelace

Autokorelace je sériová závislost rezidua na vlastních časově zpožděných hodnotách. Autokorelace náhodných složek nemá většinou výrazný vliv na odhad koeficientů modelu, ale někdy může způsobit zkreslení odhadu rozptylu koeficientů beta. Poté mohou být zkresleny také testy statistické významnosti a analýzy by mohly mít špatnou vypovídající schopnost.

Autokorelace bude zjišťována graficky pomocí bodového grafu standardizovaných reziduí, liniového grafu standardizovaných reziduí, autokorelačního grafu reziduální složky (ACF), parciálně autokorelačního grafu reziduální složky (PACF) a také pomocí Durbin-Watson testu (DW test). Pro všechny grafické analýzy potřebujeme hodnoty standardizovaných reziduí.

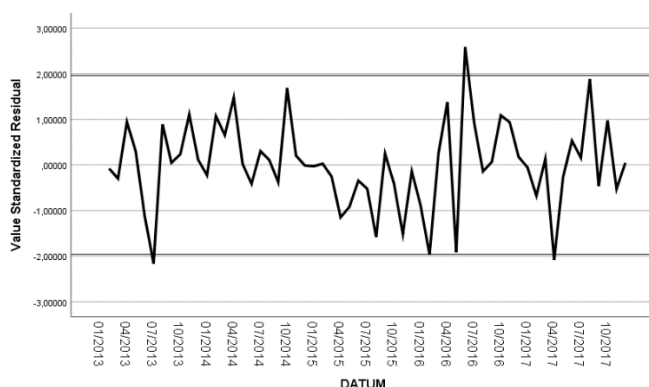
Graf 4.1 XY bodový graf standardizovaných reziduí



Zdroj: Vlastní zpracování

Dle grafu 4.1, ve kterém jsou na ose Y standardní rezidua a na ose X opožděná standardní rezidua o jedno období se pravděpodobně nevyskytuje autokorelace 1. řádu, jelikož zde není na první pohled patrný nějaký vztah či trend. Další metody nám však pomohou tuto skutečnost potvrdit, či vyvrátit.

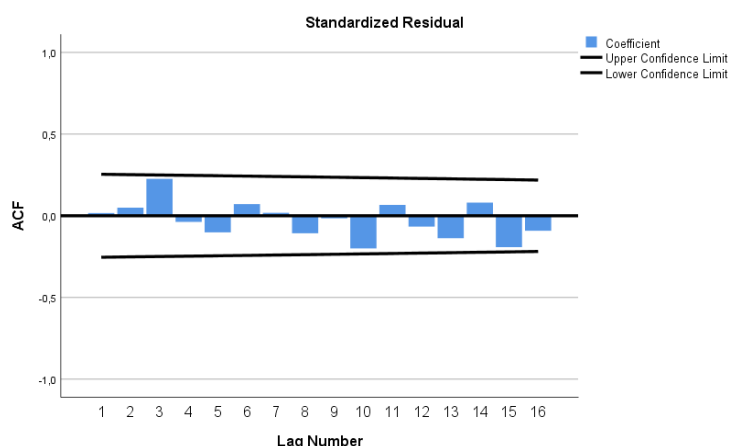
Graf 4.2 Liniový graf standardizovaných reziduí



Zdroj: Vlastní zpracování

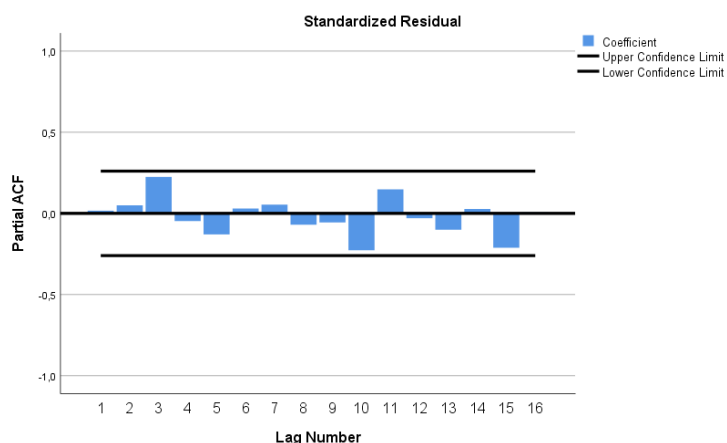
Z grafu 4.2 lze vypořizovat, že je zde možnost výskytu autokorelace, jelikož se ne všechny hodnoty pohybují v intervalu mezi -1,96 a 1,96, což je interval pro hladinu spolehlivosti 95 %. Stačí však, když se v intervalu bude pohybovat 95 % hodnot.

Graf 4.3 Autokorelační graf reziduální složky



Zdroj: Vlastní zpracování

Graf 4.4 Parciálně autokorelační graf reziduální složky



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu 4.3 a 4.4 je zřejmé, že se zde autokorelace prvního řádu nevyskytuje, jelikož žádný ze sloupců, ani ten první, který by naznačoval autokorelaci prvního řádu, nepřekračuje daný interval.

Po grafickém testování, které nemusí být vždy dostačující, je třeba výskyt autokorelace otestovat i pomocí statistického testu, v tomto případě DW testu. DW statistika již byla vypočtena pomocí programu SPSS a lze ji spatřit v tabulce 4.8 shrnutí druhého odhadnutého modelu, který je používán pro následné analýzy. Její hodnota je 1,967. Nyní musí být zjištěny kritické hodnoty dL a dU , které jsou k dispozici na webových stránkách web.stanford.edu, a následně hodnoty $4 - dU$ a $4 - dL$. Víme, že N se rovná 59 a k se rovná 5.

Postup určení přítomnosti autokorelace je uveden v kapitole 3.4.2. Potřebné hodnoty pro DW test a analýzu autokorelace jsou uvedeny v tabulce 4.12.

Tabulka 4.12 DW test

DW statistika	dL	dU	4 - dL	4 - dU
1,967	1,43848	1,72663	2,56152	2,27337

Zdroj: Vlastní zpracování

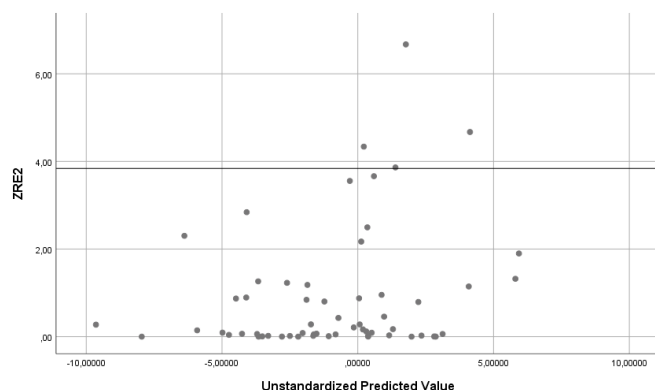
Na základě obrázku 3.1 v metodologické části práce, lze vypožorovat, že hodnota DW statistiky je mezi hranicí dU a 4 - dU tzn., že se nachází v zóně, kde zamítáme nulovou hypotézu, a tudíž se zde nevyskytuje autokorelace reziduální složky. Autokorelace se tak nemusí odstraňovat a model se nemusí upravovat. I nadále tak budeme pracovat s druhým odhadnutým modelem dle vztahu 4.9.

4.6.2 Heteroskedasticita

V této podkapitole bude testována heteroskedasticita druhého odhadnutého regresního modelu. Heteroskedasticita znamená, že rozptyl náhodné složky není v čase konstantní. Heteroskedasticitu zjišťujeme grafickou analýzou a sofistikovanými testy, v tomto případě bude použit Whiteův test.

Grafická analýza je provedena na základě bodového grafu, ve kterém je vyjádřen vývoj druhé mocniny standardizované reziduální složky v závislosti na nestandardizované predikované vysvětlované proměnné. V grafu se nesmí více než 5 % hodnot nacházet nad hranicí 3,8416, což vyjadřuje konfidenční interval $<0;1,96^2>$.

Graf 4.5 Vývoj standardizovaných reziduí k nestandardizované predikované vysvětlované proměnné



Zdroj: Vlastní zpracování

V grafu 4.5 se až na čtyři hodnoty většina hodnot vyskytuje v daném konfidenčním intervalu. Standardizované reziduální složky však nejsou v grafu rozmístěny náhodně. Heteroskedasticita tak bude dále testována pomocí Whiteova testu, který je specifikován v kapitole 3.4.1. Vypočtená testová statistika pro Whiteův test má hodnotu 24,249 a kritická hodnota Whiteova testu, vypočtena pomocí funkce CHIINV v Excelu, je výši 23,685. Jelikož je testová statistika o něco málo vyšší než kritická, zamítáme nulovou hypotézu a v modelu se vyskytuje slabá heteroskedasticita.

Heteroskedasticita může být zapříčiněna výskytem extrémních či odlehlých hodnot, které byly analyzovány v kapitole 4.3.2. Extrémní či odlehlé hodnoty můžou být zapříčiněny volatilitou proměnných. Jak již bylo uvedeno, u proměnných v základním modelu se vyskytovaly pouze odlehlé hodnoty. Konkrétně jedna odlehlá hodnota u vysvětlované proměnné a tři u proměnné GOLDF. Z tohoto důvodu lze tvrdit, že výskyt páru odlehlých hodnot zapříčinil slabou heteroskedasticitu.

4.6.3 Multikolinearita

Multikolinearitou se rozumí vzájemná lineární závislost vysvětlujících proměnných, která je statisticky významná. V případě multikolinearity, by v modelu byly vysvětlující proměnné, které by vysvětlovanou proměnnou ovlivňovaly podobnou mírou. Multikolinearita může být posouzena na základě korelační matice vysvětlujících proměnných, která je zobrazena v tabulce 4.13, dále na základě vícenásobného koeficientu korelace (determinace) a na základě míry korelovanosti.

Tabulka 4.13 Korelační matice vysvětlujících proměnných

	mr_PR	mr_SPCI	mr_NEZ	mr_GOLDF
mr_PR	1	0,902	-0,093	0,073
mr_SPCI	0,902	1	-0,139	0,193
mr_NEZ	-0,093	-0,139	1	0,122
mr_GOLDF	0,073	0,193	0,122	1

Zdroj: Vlastní zpracování

Dle tabulky 4.13 lze vyhodnotit, že se v modelu nachází multikolinearita mezi proměnnými PR (cena ropy) a SPCI (S&P komoditní index), jelikož je hodnota korelačního koeficientu větší než 0,8 v absolutní hodnotě. Ostatní hodnoty jsou velmi nízké.

Tabulka 4.14 Vícenásobný koeficient determinace

	Koeficient determinace	F statistika	F kritická
mr_PR	0,826	61,713	2,549
mr_SPCI	0,834	65,313	
mr_NEZ	0,055	0,757	
mr_GOLDF	0,120	1,773	
původní koeficient determinace 0,873			

Zdroj: Vlastní zpracování

Testováním multikolinearity pomocí vícenásobného koeficientu determinace, je opět patrné, že proměnné PR a SPCI způsobují multikolaritu, jelikož je F statistika, která byla vypočtena na základě nového koeficientu determinace, kdy byly jednotlivé vysvětlující proměnné vysvětleny ostatními vysvětlujícími proměnnými, větší než kritická hodnota. Avšak jednotlivé koeficienty determinace nejsou vyšší než původní koeficient determinace odhadnutého modelu, což je žádoucí stav.

Tabulka 4.15 Míra korelovatelnosti – tolerance TOL a faktor změny variability VIF

	TOL	VIF
mr_PR	0,174	5,742
mr_SPCI	0,166	6,037
mr_NEZ	0,945	1,059
mr_GOLDF	0,880	1,137

Zdroj: Vlastní zpracování

V tabulce 4.15 lze vidět hodnoty statistiky tolerance a faktor změny variability. Hodnoty TOL by měly být co nejvyšší, avšak hraniční hodnota významné závislosti mezi proměnnými nabývá hodnoty menší než 0,1, což u analyzovaných proměnných nenabývá. Hodnoty faktoru změny variability by měly být naopak co nejnižší, avšak hraniční hodnota pro významnou závislost mezi proměnnými je větší než 10, což opět není. Hodnoty TOL a VIF se nachází v rozmezí hraničních hodnot pro významnou (silnou) závislost.

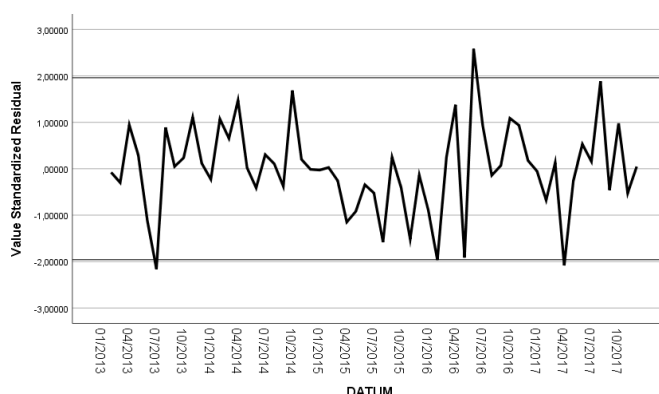
Na základě získaných výsledků můžeme tvrdit, že se v modelu vyskytuje určitá míra závislosti mezi proměnnými PR a SPCI. I přes to jsou však proměnné v modelu ponechány, jelikož závislost není významná.

Multikolinearita by mohla být odstraněna upravením modelu a vynecháním proměnné PR, která vyznačuje menší vliv na vysvětlovanou proměnnou než proměnná SPCI. Model by měl velmi podobné výsledky, co se týče statistické významnosti modelu jako celku a jednotlivých proměnných. Koeficient determinace by nabýval hodnoty 0,848 a signifikanční hodnoty jednotlivých proměnných by nabývaly hodnot 0,000, 0,051 a 0,000 v pořadí SPCI, NEZ a GOLDF. Jen míra nezaměstnanosti by se stala méně statisticky významná. Ačkoli je možné připustit malé zkreslení, model nebude dále upravován.

4.6.4 Specifikace modelu

V modelu mohou nastat dva typy specifikačních chyb, a to vynechání důležité proměnné nebo zahrnutí nepodstatné proměnné. Specifikace bude prováděna nejprve podle grafického testu, kde sledujeme vývoj standardizovaných reziduí. Vývoj by se měl nacházet v konfidenčním intervalu 95 % neboli $[-1,96; 1,96]$. Následně bude aplikován Ramsay RESET test, který spočívá v zahrnutí druhé a třetí mocniny vysvětlované proměnné do modelu.

Graf 4.6 Grafická analýza specifikace modelu



Zdroj: Vlastní zpracování

Z grafu 4.6 je patrné, že se standardizovaná rezidua vyskytují v konfidenčním intervalu náhodně a nevykazují systematické změny, jak již bylo zobrazeno při analýze autokorelace. Pouze v jednom případě linie grafu přesahuje konfidenční interval, což svědčí o správné specifikaci modelu.

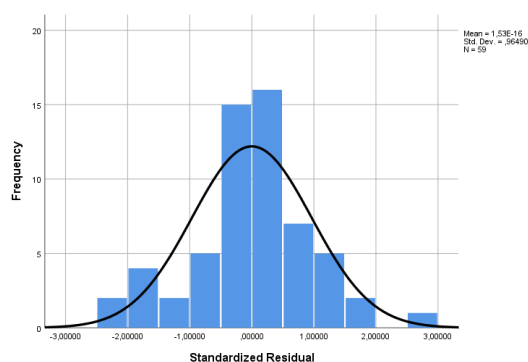
Výsledky grafické analýzy byly potvrzeny Ramsey RESET testem. Kdy vypočtená testovací statika dosahující hodnoty 0,416 je menší než hodnota kritická 3,175, a proto přijímáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 5 %, že model je správně specifikován.

V modelu tedy nechybí žádná podstatná proměnná ani model neobsahuje žádné vysvětlující proměnné, které nepřispívají k vysvětlení modelu.

4.6.5 Testování normality reziduální složky

V této podkapitole bude testováno, zda mají rezidua normální rozdělení. Předpokladem je nulová střední hodnota náhodné složky a konstantní rozptyl náhodné složky. Normalita bude testována graficky pomocí histogramu a následně ověřena pomocí Jarque-Bera testu (JB testu) a Kolmogorov-Smirnov testu (KS testu).

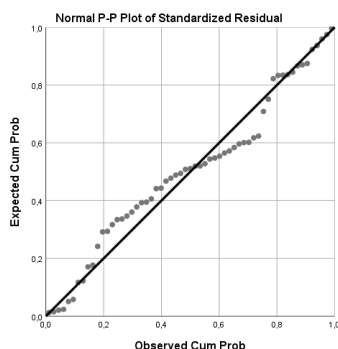
Graf 4.7 Histogram standardizovaných reziduí



Zdroj: Vlastní zpracování

V grafu 4.7 lze spatřit histogram standardizované reziduální složky z odhadnutého modelu. Grafická analýza histogramu ukazuje, že reziduální složka se téměř chová podle normálního rozdělení tzn., kopíruje Gaussovu křivku. Deskriptivní koeficient šikmosti má hodnotu -0,070, což naznačuje velmi nepatrné negativní vychýlení. Koeficient špičatosti nabývá hodnoty 0,536, což je již centrovaná hodnota a svědčí o vyšší špičce, tzn. platokurtické vychýlení.

Graf 4.8 P-P graf



Zdroj: Vlastní zpracování

PP graf porovnává teoretické kumulativní četnosti na ose y a empirické kumulativní pravděpodobnosti na ose x pro reziduální složky. Ideální vývoj se předpokládá na ose 45 stupňů. Z grafu lze vyčíst, že místy lze pozorovat určité poruchy v normálním rozdělení reziduální složky, avšak stále se pohybuje kolem dané osy.

Normalita reziduální složky je ověřena na základě KS testu, který je počítán v SPSS. V tomto případě je vypočítaná alfa hodnota porovnána s hladinou významnosti alfa 0,05. Vypočítaná hodnota alfa (exact. sig.) se rovná 0,565, což je větší než hladina významnosti 0,05, tzn. přijímáme nulovou hypotézu, že rozdělení reziduální složky je normální. Dalším testem pro ověření je JB test. U tohoto testu je potřeba pro výpočet testovací statistiky znát hodnotu špičatosti a šikmosti, které jsme si již určili výše. Pro JB test je opět vypočtená testová statistika, která činí 0,301. Porovnáním této testové statistiky a kritické hodnoty normálního rozdělení, vypočtené na základě funkce CHIINV, která je ve výši 9,488, je přijata nulová hypotéza o normálním rozdělení reziduální složky. Na základě obou testů tak byla prokázána normalita reziduální složky v odhadnutém modelu.

4.7 Ekonomická verifikace

V této kapitole bude ekonomickou verifikací zhodnocen výsledný odhadnutý model na základě koeficientu determinace vyjadřujícího vypovídací schopnost a statistickou významnost modelu, a také budou interpretovány odhadnuté regresní koeficienty. Následně budou také zhodnoceny stanovené hypotézy.

Na základě výsledků předchozích kapitol byl jako nejvhodnější model odhadnutý metodou nejmenších čtverců vyhodnocen model dle vztahu 4.9, který má tvar:

$$\text{lag_VA}_{t-1} = -0,196 - 0,155 \cdot \text{mr_PR}_t + 0,757 \cdot \text{mr_SPCI}_t + 0,173 \cdot \text{mr_NEZ}_t + 0,174 \cdot \text{mr_GOLDLF}_t + \varepsilon_t.$$

Model lze hodnotit na základě koeficientu determinace, který nabývá hodnoty 0,873, což značí, že model má vysokou vypovídací schopnost, a že variabilita průměrné výnosnosti komoditních fondů je vysvětlena z 87,3 % lineární závislostí na vysvětlujících proměnných a z 12,7 % je obsaženo v reziduální složce. Hodnota signifikance v modelu je rovna nule, tudíž je model signifikantní. Z modelu lze také rozpoznat, že úroňová konstanta má hodnotu

-0,196. Tato konstanta je fixního charakteru, což znamená, že pohyby vysvětlujících proměnných nemají vliv na tuto hodnotu.

Odhadnutý regresní koeficient pro cenu ropy lze interpretovat následovně: Vzroste-li mr_PR o 1 %, pak lag_VK poklesne o 0,155 % ceteris paribus. Přičemž záporná hodnota není v souladu s odhadnutou počáteční hypotézou. Změna vztahu z kladného na záporný oproti korelačního koeficientu z korelační matice, může být zapříčiněna vlivem dalších vysvětlujících proměnných při odhadování modelu a ropným šokem (prudkým poklesem ceny) v roce 2014.

Druhým odhadnutým regresním koeficientem je S&P komoditní index, který má hodnotu 0,757, tzn. zvýšíme-li mr_SPCI o 1 %, lag_VK zroste o 0,757 % ceteris paribus. Hodnota koeficientu je kladná a odpovídá počáteční hypotéze.

Regresní koeficient pro míru nezaměstnanosti také neodpovídá stanovené hypotéze o negativním lineárním vztahu s vysvětlovanou proměnnou. Koeficient nám říká, že pokud vzroste mr_NEZ o 1 %, pak lag_VK také vzroste, a to o 0,173 % ceteris paribus.

Posledním odhadnutým koeficientem je futures kontrakty na zlato, který se vyvíjí stejným způsobem jako vysvětlovaná proměnná, a tudíž je v souladu s hypotézou. Zvýší-li se mr_GOLDF o 1 %, pak lag_VK zroste o 0,174 % ceteris paribus.

Stanové hypotézy lze tedy shrnout následovně. Všechny odhadnuté regresní koeficienty odpovídají hypotézám o chování regresních koeficientů, jen v případě ceny ropy a míry nezaměstnanost nejsou v souladu hypotézy o vývoji jednotlivých vysvětlujících proměnných. Změny předpokládaného vývoje jsou prisuzovány transformaci proměnných z důvodu zmírnění nestacionarity, vzájemné influenci proměnných v odhadnutém modelu a také externím vlivům a událostem na komoditním a finančním trhu.

4.8 Využití modelu – predikce

Závěrem ekonometrického modelování a zároveň praktické části diplomové práce je predikce vývoje vysvětlované proměnné (průměrná výnosnost komoditních fondů) pro následující tři období.

Pomocí predikce jsou na základě minulých dat odhadována data budoucí. Predikci lze rozdělit na nepodmíněnou (ex-post), kdy predikujeme závislé vysvětlované proměnné za

předpokladu znalosti jisté hodnoty vysvětlujících proměnných pro predikované období a na podmíněnou predikci (ex-ante), kdy predikujeme hodnoty závislé vysvětlované proměnné za předpokladu odhadu očekávaných hodnot vysvětlujících proměnných. Predikovat můžeme střední hodnotu vysvětlované proměnné a individuální hodnoty vysvětlované proměnné. Predikce může být provedena jako bodová (odhad predikce hodnoty vysvětlované proměnné jednou hodnotou) nebo jako intervalová (stanovení intervalu spolehlivosti pro vysvětlovanou proměnnou na dané úrovni významnosti).

Pro predikci výnosnosti komoditních fondů pro období prvního až třetího měsíce roku 2018 je nutné postupně provést bodovou a následně intervalovou predikci modelu. Nejprve jsou pomocí funkce Curve Estimation v programu SPSS odhadnuty hodnoty pro vysvětlující proměnné viz tabulka 4.16. Tabulka 4.17 zobrazuje predikovanou vysvětlovanou proměnnou (PRE_lag_VK), což je nejlepší bodová predikce a byla vytvořena lineární regresí pro model s predikovanými vysvětlujícími proměnnými a uložením nestandardizovaných predikovaných hodnot. Dále uložení konfidenčních intervalů vznikly následující hodnoty: LMCI je dolní hranice konfidenčního intervalu pro střední hodnotu, UMCI je horní hranicí pro totéž, LICI je dolní mez konfidenčního intervalu pro individuální hodnoty a UICI je horní mezí.

Tabulka 4.16 Odhad vysvětlujících proměnných pro období predikce

Období/Proměnné	mr_PR	mr_SPCI	mr_NEZ	mr_GOLDF
1/2018	1,29	1,28	-3,39	1,29
2/2018	1,35	1,34	-3,44	1,34
3/2018	1,40	1,40	-3,50	1,40

Zdroj: Vlastní zpracování

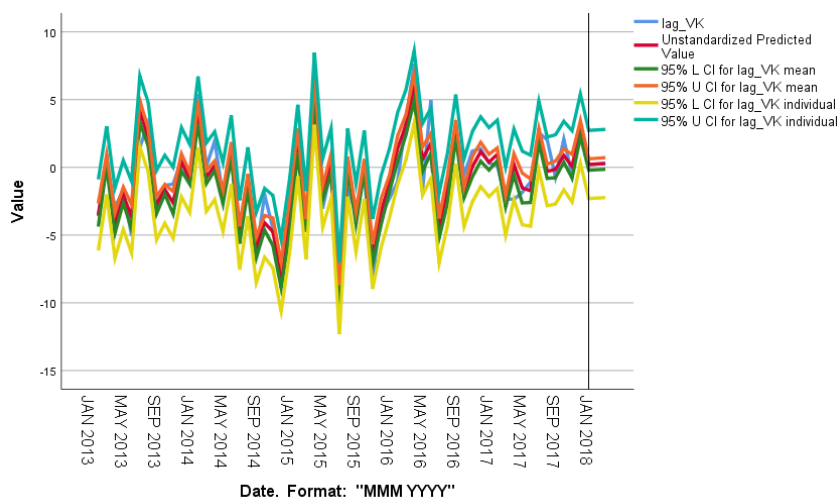
Tabulka 4.17 Predikce vysvětlované proměnné

Období/Proměnné	PRE_lag_VK	LMCI	UMCI	LICI	UICI
1/2018	0,21013	-0,20712	0,62738	-2,30479	2,72505
2/2018	0,24830	-0,17458	0,67118	-2,26756	2,76416
3/2018	0,28647	-0,14216	0,71509	-2,23036	2,80329

Zdroj: Vlastní zpracování

Na základě získaných hodnot uvedených v tabulce 4.17 je pomocí grafu 4.9 zobrazen predikovaný vývoj predikované vysvětlované proměnné a konfidenčních intervalů.

Graf 4.9 Vývoj průměrné výnosnosti komoditních fondů



Zdroj: Vlastní zpracování

V grafu 4.9 lze vidět volatilní vývoj vysvětlované proměnné. V prvních třech měsících roku 2018 výnosnost mírně roste. Ve třetím měsíci je predikován růst o 0,29 procentních bodů. Individuální hodnota vysvětlované proměnné je s 95 % pravděpodobností predikována v intervalu $\langle -2,23\%; 2,80\% \rangle$ a střední hodnota vysvětlované proměnné je s 95 % pravděpodobností predikována v intervalu $\langle -0,14\%; 0,72\% \rangle$.

5 Závěr

Cílem diplomové práce bylo posouzení vlivu vybraných faktorů na průměrnou výnosnost komoditních fondů na českém kapitálovém trhu v období od ledna roku 2013 do prosince roku 2017. Vliv vybraných faktorů byl zkoumán na základě lineární regrese pomocí programu SPSS. Diplomová práce je členěna do pěti kapitol, jejichž součástí je i úvod a závěr. Ve druhé kapitole byla popsána podstata kolektivního a alternativního investování. Obsahem třetí kapitoly je popis použité metodologie.

Čtvrtá kapitola představuje aplikační, praktickou část diplomové práce. Úvodem kapitoly byla vymezena vstupní data tvořena šestnácti vysvětlujícími proměnnými a jednou vysvětlovanou proměnou, která byla dále analyzovaná, a z kterých byla vybrána ta, která se jevila jako nejvýznamnější a měla vliv na vysvětlovanou proměnnou. Na základě určitých podmínek byl následně z vybraných proměnných, kterými jsou kurz koruny vůči dolaru, cena ropy, míra nezaměstnanosti, a futures kontrakty na zlato, formulován model v rámci kterého, byly stanoveny určité hypotézy o vývoji vysvětlujících proměnných vůči vysvětlované proměnné.

Po sestavení modelu byly graficky analyzovány časové řady vybraných proměnných, kde byla analyzována stacionarita proměnných, výskyt chybějících, extrémních a odlehlých hodnot, a také výskyt zpoždění u proměnných. Po zhodnocení grafů, byla odhalena nestacionarita vysvětlujících proměnných, proto byla zmírněna mírou ekonomického růstu. Chybějící ani extrémní hodnoty se v modelu nevyskytovaly. Na základě boxplotů byl jen potvrzen výskyt odlehlých hodnot, a to pouze u dvou proměnných a ve velmi malé míře. Odlehlé hodnoty proto nebyly nahrazeny či odstraněny a zůstaly proto součástí modelu. Na základě křížové korelace pak bylo analyzováno možné zpoždění či předstih vysvětlujících vůči vysvětlované. Tímto bylo zjištěno zpoždění některých vysvětlujících proměnných, a proto byla upravena proměnná vysvětlovaná a zpožděna o jedno období.

V následující podkapitole byla sestavena korelační matice již upravených proměnných. I když se na počátku zdálo (po sestavení korelační matice neupravených proměnných), že vybrané proměnné nemají na výnosnost komoditních fondů výrazný vliv, po transformaci proměnných se vliv výrazně zvýšil. Důležitým krokem bylo právě zpoždění vysvětlované proměnné.

V následující kapitole praktické části byl proveden odhad lineárního modelu a regresních koeficientů pomocí metody nejmenších čtverců. Po prvním odhadu modelu, který byl složen z pěti vysvětlujících proměnných, byla zjištěna statistická nevýznamnost jedné z nich, a to kurzu CKZ/USD. Tato proměnná byla tedy odstraněna. Následně byl odhadnut model druhý, který byl složen ze zbylých čtyř vysvětlujících proměnných. Po tomto odhadu byla prokázána statistická významnost již všech proměnných i modelu jako celku. V tomto modelu byly na základě ekonometrické verifikace testovány další ekonometrické jevy.

První z analyzovaných ekonometrických jevů bylo testování výskytu autokorelace, která se na základě výsledků nepotvrdila. Po autokorelaci následovalo testování heteroskedasticity. Testováním byla zjištěna velmi slabá přítomnost, která mohla být zapříčiněna výskytem odlehklých hodnot. Proto byla slabá heteroskedasticita ponechána. Dalším testovaným ekonometrickým jevem byla multikolinearita. Na základě výsledků byla prokázána určitá míra závislosti mezi proměnnou PR a SPCI. I přesto však byly obě proměnné v modelu ponechány, jelikož na základě míry korelovatelnosti závislost není významná (silná). Následná analýza specifikace modelu prokázala, že v modelu nechybí žádná podstatná proměnná a model neobsahuje žádné vysvětlující, které nepřispívají k vysvětlení modelu. Posledním testovaným ekonometrickým jevem a předpokladem modelu bylo normální rozdělení reziduální složky. Normalita reziduální složky byla potvrzena.

Po ekonometrické verifikaci, následovala verifikace ekonomická na základě které, byl posouzen vliv vybraných vysvětlujících proměnných na průměrnou výnosnost komoditních fondů. Na základě odhadnutého modelu byl potvrzen vliv čtyř vysvětlujících proměnných, které společně tvoří statisticky významný model. Výsledné vlivy byly také srovnány s výchozími počátečními hypotézami. Dané hypotézy se nepotvrdily v případě předpokladu pozitivního vztahu mezi vysvětlovanou proměnnou a cenou ropy. Předpokládaný pozitivní vliv byl potvrzen jen korelační maticí a odhadem samostatného regresního modelu pouze s touto proměnnou. Výsledný negativní lineární vztah tedy znamená, že s růstem ceny ropy výnosnost komoditních fondů klesá. Další nepotvrzenou hypotézou byl předpokládaný negativní lineární vztah mezi vysvětlovanou proměnnou a mírou nezaměstnanosti, který se z korelační matice a z odhadnutého modelu jeví jako pozitivní. To znamená, že s rostoucí mírou nezaměstnanosti, roste výnosnost komoditních fondů. Změna vztahu těchto vysvětlujících proměnných je přisuzována transformaci proměnných, vzájemné influenci proměnných v rámci odhadování modelu, možným externím vlivům a událostem na

finančním trhu v daném období, a také odlišným (nestandardním) chováním alternativních fondů oproti fondům tradičním. Další hypotézy o pozitivním vztahu mezi vysvětlovanou proměnnou a proměnnými S&P komoditní index a futures kontrakty na zlato byly potvrzeny. Závěrem praktické části diplomové práce byla provedena predikce vývoje průměrné výnosnosti komoditních fondů pro následující tři období. Na základě predikce byl zjištěn očekávaný růst o 0,29 procentních bodů této vysvětlované proměnné do konce března roku 2018.

Na základě dosažených výsledků můžeme shrnout, že vybrané faktory (cena ropy, míra nezaměstnanosti, S&P komoditní index a futures kontrakty na zlato) mají na výnosnost komoditních fondů vliv, avšak vysvětlující proměnné reagují na vývoj vysvětlované proměnné s časovým zpožděním. Toto zpoždění může být způsobeno např. pomalejší absorpcí informací na finančním trhu a následnou zpožděnou reakcí komoditních fondů na případné změny cen komodit, skladby portfolia atd., což se následně projevuje ve výnosech.

Odhadnutý model a posouzení vlivu vybraných faktorů na výnosnost alternativních, konkrétně komoditních fondů by mělo být přínosem jak pro potencionální investory, tak pro manažery daných komoditních fondů, kterým zjištěné výsledky mohou v krátkém období pomoci během investičního rozhodování a řízení fondů. Model má však určitá omezení. Jedná se např. o krátkou časovou řadu z důvodu krátké existence komoditních fondů na českém trhu, slabou heteroskedasticitu a multikolinearitu v modelu, omezení výběru proměnných z důvodu nedostupnosti či nemožnosti jejich použití a existenci externích vlivů a nepředpokládaných událostí na finančních trzích.

Seznam použité literatury

Monografie

- [1] BODIE, Zvi., Alex. KANE a Alan J. MARCUS. *Investments and Portfolio Management*. 9th ed., global ed. New York: McGraw-Hill/Irwin, 2011. 1056 s. ISBN 978-007-128914-6.
- [2] CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2013. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4.
- [3] FIELD, Andy P. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. Los Angeles: SAGE, 2018. 1070 s. ISBN 978-1-5264-1951-4.
- [4] GREGORIOU, Greg N. *Encyclopedia of alternative investments*. Boca Raton: CRC Press, 2009. 541 s. ISBN 978-1-4200-6488-9.
- [5] HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. 1. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1.
- [6] HUŠEK, Roman. *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha: Oeconomica, 2009. 344 s. Vysokoškolská učebnice (Vysoká škola ekonomická v Praze). ISBN 978-80-245-1623-3.
- [7] HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3.
- [8] JÍLEK, Josef. *Akciové trhy a investování*. Praha: Grada Publishing, 2009. 656 s. ISBN 978-80-247-2963-3.
- [9] KAZEMI, Hossein, Keith H. BLACK a Donald R. CHAMBERS. *Alternative investments: CAIA level II. Third edition*. Hoboken: Wiley, 2016. 1075 s. ISBN 978-1-119-01639-7.
- [10] KOHOUT, Pavel. *Investiční strategie pro třetí tisíciletí*. 7. vyd. Praha: GRADA publishing, 2013, 272 s. ISBN: 978-80-247-5064-4.
- [11] LIŠKA, Václav a Jan GAZDA. *Kapitálové trhy a kolektivní investování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2004. 525 s. ISBN 80-86419-63-0.

- [12] MUSÍLEK, Petr. *Trhy cenných papírů. 2. aktualiz. a rozš. vyd.* Praha: Ekopress, 2011. 520 s. ISBN 978-80-86929-5.
- [13] NORUŠIŠ, Marija J. *IBM SPSS statistics 19 Guide to data analysis.* Upper Saddle River: Prentice Hall, 2012, 651 s. ISBN: 978-032-1748-416.
- [14] REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy. 4., aktualiz. a rozš. vyd.* Praha: Grada Publishing, 2014. 768 s. ISBN 978-80-247-3671-6.
- [15] VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích. 2. vyd.* Praha: Wolters Kluwer Česká republika, 2011. 789 s. ISBN 978-80-7357-647-9.

Právní předpisy

- [1] Zákon č. 240 ze dne 19. srpna 2013 o investičních společnostech a investičních fondech. Dostupný z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-240>

Elektronické zdroje

- [1] AMISTA: *FKI v České republice* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.amista.cz/pruvodce-fondy-kvalifikovanych-investoru/fki-v-ceske-republice>
- [2] ARAD: *Databáze časových řad* [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.STROM_DRILL?p_strid=0&p_lang=CS
- [3] CLEAR TAX: *Commodity Funds – What are Commodity Funds and How Do They Work* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://cleartax.in/s/commodity-funds>
- [4] CONSEQ: *Přehled fondů* [online]. [cit. 12. 11. 2018]. Dostupné z: <https://www.conseq.cz/fund.asp>
- [5] ČÁSLAVKA, Jan, Ondřej KOPEČNÝ a Václav KORBEL. *Alternativní investiční fondy v ČR/odkladový sešit pro debatu.* Praha: Gropolis, 2014. [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://gropolis.org/wp-content/uploads/soubory/alternativni-investicni-fondy.pdf>

- [6] ČNB: *Regulace alternativních fondů v České republice s ohledem na diskuze o jejich případné regulaci v rámci Evropské unie* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/miranda2/export/sites/www.cnb.cz/cs/financni_stabilita/zpravy_fs/FS_2009-2010/FS_2009-2010_clanek_IV.pdf
- [7] ČNB: *Míra nezaměstnanosti*. [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.STROM_SESTAVY?p_strid=ACHAB&p_sestuid=&p_lang=CS
- [8] ČSOB: *ČSOB Komoditní* [online]. [cit. 12. 11. 2018] Dostupné z: <https://www.csob.cz/portal/lide/investicni-produkty/podilove-fondy/akciové-fondy/detail-fondu/-/isin/BE0948266912/1>
- [9] ČSÚ: *Míra inflace*. [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/mira_inflace
- [10] FINANČNÍ VZDĚLÁVÁNÍ: *Investiční strategie fondů* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.financnivzdelavani.cz/svet-financi/investovani-a-financni-trhy/investicni-produkty-a-sluzby/kolektivni-investovani/investicni-strategie-fondu>
- [11] FINEZ: *Fondy kvalifikovaných investorů* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: <http://www.finez.cz/odborne-clanky/fondy/fondy-kvalifikovanych-investoru/>
- [12] INVESTMENT HELPER: *Traditional vs Alternative Investments* [online]. [cit. 23. 2. 2019]. Dostupné z: http://www.investmenthelper.org/investment_guide/traditional-vs-alternative-investments-what-are-the-differences-686727.shtml
- [13] INVESTING: *Commodity Indices* [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.investing.com/indices/commodities-indices>
- [14] KURZY CZ: *Komoditní podilové fondy* [online]. [cit. 15. 10. 2019]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zpravy/437844-komoditni-podilove-fondy--dostupna-investice-do-ropy-cennych-kovu-i-zemedelskych-plodin/>
- [15] PATRIA: *Akciové a Fondy* [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <https://www.patria.cz/akcie/home.html>

- [16] PENÍZE.CZ: *Druhy podílových fondů* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.penize.cz/15927-druhy-podilovych-fondu>
- [17] PSE: *Index PX. Historická data*. [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: https://www.pse.cz/indexy/hodnoty-indexu/historicka-data/?ID_NOTATION=325088&ISIN=XC0009698371
- [18] PSFV (PROČ SE FINANČNĚ VZDĚLÁVAT): *Kolektivní investování* [online]. [cit. 20. 2. 2019]. Dostupné z: <https://www.psfv.cz/cs/investice/kolektivni-investovani>
- [19] SEEKING ALPHA: *The Problems With Commodity Funds* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: <https://seekingalpha.com/article/4174551-problems-commodity-funds>
- [20] STANFORD.EDU: *Kritické hodnoty pro Durbin-Watsonův test*. [online]. [cit. 27. 3. 2019]. Dostupné z: <http://web.stanford.edu/~clint/bench/dwcrit.htm>
- [21] WORLD ECONOMIC FORUM: *Alternative Investments 2020, An Introduction to Alternative Investments* [online]. [cit. 25. 2. 2019]. Dostupné z: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Alternative_Investments_2020_An_Introduction_to_AI.pdf
- [22] YAHOO FINANCE: *Commodities* [online]. [cit. 18. 1. 2019]. Dostupné z: <https://finance.yahoo.com/commodities>

Seznam zkratek

Adjusted R ²	upravený koeficient determinace
AIFMD	Směrnice o správních alternativních investičních fondů
AKAT	Asociace pro kapitálový trh
ALUMF	Aluminium Futures
BIC	Bloomberg Commodity Index
BIT	Cena bitcoinu
CO metoda	Cochrane – Orcuttova metoda
ČNB	Česká národní banka
df	počet stupňů volnosti
DJCI	Dow Jones Commodity Index
DW	Durbin – Watson test / Durbin – Watsonova statistika
EUR	kurz CZK/EUR
F	F statistika pro F – test
FEFSI	Evropská federace investičních fondů a společností
FKVI	Fond kvalifikovaných investorů
GOLDF	Gold Futures
HDP	hrubý domácí produkt
INF	inflace
LICI	Lower Individual Confidence Interval
LMCI	Lower Mean Confidence Interval
MF ČR	Ministerstvo financí České republiky
MNČ	metoda nejmenších čtverců

NEZ	míra nezaměstnanosti
NICKELF	Nickel Futures
OILF	Crude Oil Futures
PIAS	První investiční společnost
PR	cena ropy
PX	akciový index burzy cenných papírů Praha
PZ	cena zlata
R	koeficient vícenásobné korelace
R^2	koeficient determinace
t	testová statistika pro t – test
TOL	statistika tolerance
UICI	Upper Individual Confidence Interval
UMCI	Upper Mean Confidence Interval
UNIS ČR	Unie investičních společností České republiky
USD	kurz CZK/USD
VIF	faktor změny variability
VK	průměrná výnosnost komoditních fondů
WHEATF	Wheat Futures
ZISIF	Zákon o investičních společnostech

Seznam obrázků, grafů a tabulek

Obrázky

Obrázek 2.1 Kategorie alternativních a tradičních investic

Obrázek 3.1 Závěry Durbin-Watsonova testu

Obrázek 4.1 Bodové grafy vztahů mezi proměnnými

Grafy

Graf 2.1 Struktura investičních fondů v ČR

Graf 4.1 XY bodový graf standardizovaných reziduí

Graf 4.2 Liniový graf standardizovaných reziduí

Graf 4.3 Autokorelační graf reziduální složky

Graf 4.4 Parciálně autokorelační graf reziduální složky

Graf 4.5 Vývoj standardizovaných reziduí

Graf 4.6 Grafická analýza specifikace modelu

Graf 4.7 Histogram standardizovaných reziduí

Graf 4.8 P-P graf

Graf 4.9 Vývoj průměrné výnosnosti komoditních fondů

Tabulky

Tabulka 2.1 Základní rozdíly mezi alternativními a tradičními investicemi

Tabulka 4.1 Proměnné tvořící vstupní data

Tabulka 4.2 Deskriptivní statistiky

Tabulka 4.3 Korelace transformovaných proměnných

Tabulka 4.4 Shrnutí modelu

Tabulka 4.5 ANOVA

Tabulka 4.6 Koeficienty

Tabulka 4.7 Regresní statistiky

Tabulka 4.8 Shrnutí modelu

Tabulka 4.9 ANOVA

Tabulka 4.10 Koeficienty

Tabulka 4.11 Regresní statistiky

Tabulka 4.12 DW test

Tabulka 4.13 Korelace vysvětlujících proměnných

Tabulka 4.14 Vícenásobný koeficient korelace

Tabulka 4.15 Míra korelovatelnosti – tolerance TOL a faktor změny variability VIF

Tabulka 4.16 Odhad vysvětlujících proměnných pro období predikce

Tabulka 4.17 Predikce vysvětlované proměnné

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové (bakalářské) práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 24. 4. 2019



Daniela Clemente

Seznam příloh

Příloha č. 1 Vstupní data

Příloha č. 2 Korelace vstupních dat

Příloha č. 3 Informace o komoditních fondech

Příloha č. 4 Grafická analýza časových řad – vývoj v čase, analýza extrémních a odlehlých hodnot, křížová korelace

Příloha č. 1 Vstupní data

DATUM	VK	PR	PZ	USD	EUR	PX	SPGSCI	DJCI	BCI	INF	NEZ	BIT	WHEATF	ALUMF	NICKELF	WTIF	GOLDF
01/2013	-3,62	2185,94	31416,79	19,24	25,56	1021,44	675,37	787,25	286,54	1,90	7,10	20,40	781,63	1751,00	15888,00	101,58	1660,60
02/2013	0,14	2170,99	30812,40	19,07	25,48	1014,57	648,21	752,18	274,83	1,70	7,30	33,40	716,38	1766,75	18292,00	99,74	1577,70
03/2013	-2,94	2210,30	32028,89	19,81	25,66	962,86	655,05	744,64	276,69	1,70	7,30	93,00	684,50	1818,25	19266,00	102,71	1594,80
04/2013	-1,68	2005,27	29108,15	19,84	25,84	968,02	624,43	715,81	268,96	1,70	7,10	139,20	730,25	1863,75	19030,00	105,37	1472,20
05/2013	-5,06	1980,26	27538,22	19,96	25,89	957,86	615,46	701,48	262,93	1,30	7,10	128,80	706,63	1985,50	18502,00	98,17	1392,60
06/2013	1,46	2026,56	24384,59	19,53	25,76	878,27	611,30	676,53	250,54	1,60	6,90	97,50	656,88	2081,50	18780,00	95,96	1223,80
07/2013	3,33	2101,08	25610,06	19,83	25,95	919,41	638,64	689,55	253,95	1,40	7,00	106,20	663,63	1933,50	16265,00	91,16	1312,40
08/2013	-2,74	2218,87	27125,78	19,40	25,82	945,21	657,05	710,89	262,59	1,30	7,00	141,00	654,88	2052,00	15697,00	80,54	1396,10
09/2013	-1,33	2059,93	25284,66	19,32	25,79	957,62	632,40	697,67	255,88	1,00	7,00	141,90	679,13	2009,50	16184,00	66,15	1326,50
10/2013	-1,24	2053,74	24954,39	18,83	25,66	1015,12	622,52	696,02	252,10	0,90	6,90	211,20	667,38	1841,25	15148,00	53,27	1323,60
11/2013	0,52	2207,29	25161,80	19,96	26,93	1032,26	620,12	684,02	250,09	1,10	6,90	1205,70	668,25	1851,75	15155,00	48,24	1250,60
12/2013	-1,10	2204,26	23888,71	20,08	27,52	989,04	632,29	692,00	253,19	1,40	6,80	805,90	605,13	1809,25	14065,00	49,76	1201,90
01/2014	5,41	2164,61	25224,97	20,20	27,48	990,61	622,26	682,38	253,94	0,20	6,70	938,80	555,00	1787,25	12350,00	47,60	1240,10
02/2014	0,09	2155,04	26242,87	20,09	27,44	1015,11	649,64	714,82	269,77	0,20	6,60	573,90	600,38	1914,25	13910,00	59,63	1321,40
03/2014	1,95	2144,73	25548,90	19,82	27,39	1006,45	648,86	723,51	270,88	0,20	6,60	444,70	697,13	1708,25	12580,00	60,30	1283,40
04/2014	-2,17	2145,98	25695,11	19,87	27,45	1010,31	652,51	734,96	277,48	0,10	6,50	445,60	721,50	1658,50	11995,00	59,47	1295,60
05/2014	0,78	2209,76	25151,76	20,00	27,44	1027,22	649,63	721,20	269,50	0,40	6,30	627,90	628,13	1589,50	11055,00	47,12	1245,60
06/2014	-4,61	2258,84	26572,20	20,20	27,45	1009,24	658,57	712,30	271,11	0,00	6,20	635,10	576,75	1595,50	10045,00	49,20	1321,80
07/2014	-0,94	2180,22	26434,66	20,28	27,46	956,72	621,70	675,82	257,60	0,50	6,00	589,50	530,38	1577,25	10325,00	45,09	1281,30
08/2014	-6,39	2167,79	27070,03	20,89	27,82	980,01	610,92	671,78	254,91	0,60	6,10	481,80	563,38	1452,75	10025,00	46,59	1285,80
09/2014	-2,01	2071,66	26477,10	21,39	27,60	991,40	574,29	630,18	239,04	0,70	5,80	388,20	478,63	1444,25	8855,00	41,65	1210,50
10/2014	-4,49	1905,36	25981,40	21,77	27,58	981,43	539,59	629,51	237,12	0,70	5,80	337,90	531,25	1505,50	8815,00	37,04	1171,10
11/2014	-7,97	1554,03	26040,85	22,18	27,67	1007,17	482,11	603,51	227,47	0,60	6,00	374,90	578,38	1520,75	8600,00	33,62	1175,20
12/2014	-3,69	1309,07	27024,04	22,40	27,63	946,71	418,12	560,54	210,12	0,10	5,90	318,20	589,88	1572,25	8505,00	33,75	1183,90
01/2015	2,01	1284,08	31449,13	24,01	27,90	955,78	389,68	537,34	203,11	0,10	5,90	218,50	503,25	1508,75	8495,00	38,34	1278,50
02/2015	-4,58	1513,11	29556,93	24,32	27,61	1022,75	421,24	560,31	208,34	0,10	5,80	254,10	512,00	1673,75	9430,00	45,92	1212,60
03/2015	4,38	1408,51	30270,80	25,27	27,38	1033,66	396,65	536,93	197,64	0,20	5,70	244,10	512,88	1545,75	8440,00	49,10	1183,10
04/2015	-3,02	1628,30	28921,50	25,45	27,44	1026,01	445,58	574,59	208,97	0,50	5,40	235,80	475,38	1645,75	9415,00	48,33	1182,40
05/2015	-0,12	1634,06	29718,82	24,58	27,40	1021,81	439,09	558,38	203,33	0,70	5,20	229,80	477,88	1636,75	10637,50	41,60	1189,40
06/2015	10,29	1547,01	28520,08	24,36	27,31	981,47	440,69	571,61	206,84	0,80	5,10	264,10	616,63	1600,75	9777,50	44,70	1171,50

DATUM	VK	PR	PZ	USD	EUR	PX	SPGSCI	DJCI	BCI	INF	NEZ	BIT	WHEATF	ALUMF	NICKELF	WTIF	GOLDF
07/2015	-1,60	1274,30	26992,03	24,64	27,09	1031,47	378,38	510,43	184,88	0,50	5,00	283,70	498,13	1664,75	10510,00	48,24	1094,90
08/2015	-3,40	1289,48	27290,98	24,28	27,04	1024,05	380,85	508,39	183,18	0,30	4,90	229,50	485,38	1734,00	10417,50	46,86	1131,60
09/2015	-0,32	1176,17	27061,44	24,13	27,08	971,10	359,34	495,51	176,92	0,40	4,80	235,90	512,25	1733,25	11167,50	49,44	1115,50
10/2015	-8,26	1216,17	28078,97	24,11	27,10	983,14	363,44	496,28	176,13	0,20	4,70	311,20	522,13	1694,00	10057,50	53,72	1141,50
11/2015	-3,47	1136,50	27205,43	25,18	27,04	974,40	336,15	466,40	163,35	0,10	4,60	378,00	475,63	1807,00	9962,50	52,81	1065,80
12/2015	-2,34	925,44	26273,72	24,86	27,03	956,33	311,65	453,80	158,31	0,10	4,50	430,00	469,38	1921,25	10965,00	54,01	1060,30
01/2016	-1,05	860,16	27676,73	24,89	27,03	921,07	300,67	448,75	155,65	0,60	4,40	369,80	479,38	1954,75	10022,50	50,60	1116,40
02/2016	3,43	893,78	30836,37	24,38	27,04	857,61	303,63	449,38	153,12	0,50	4,30	436,20	452,88	1904,00	9450,00	49,33	1233,90
03/2016	7,64	940,78	29280,50	24,37	27,05	899,91	323,42	472,28	158,97	0,30	4,10	415,70	474,50	1920,25	8952,50	48,32	1234,20
04/2016	-1,77	1141,36	30678,80	23,84	27,03	916,04	360,41	520,25	172,50	0,60	4,10	448,50	489,25	1910,50	9372,50	46,04	1289,20
05/2016	4,96	1203,16	29430,95	23,90	27,03	893,76	370,95	523,92	172,18	0,10	4,20	528,90	463,75	1899,75	10222,50	50,17	1214,80
06/2016	-3,33	1214,81	32373,72	24,10	27,06	816,91	374,03	548,11	179,29	0,10	4,20	670,00	448,00	2103,25	11780,00	47,23	1318,40
07/2016	-1,82	1033,53	32830,10	24,44	27,04	881,74	339,40	516,96	170,13	0,50	4,20	621,90	407,25	2081,00	10525,00	51,67	1349,00
08/2016	2,89	1142,41	31853,52	24,10	27,03	859,14	348,21	512,05	167,13	0,60	3,90	573,90	387,50	2146,25	12422,50	54,38	1306,90
09/2016	-0,51	1187,50	31954,78	24,10	27,02	863,58	364,47	532,21	172,36	0,50	3,90	608,10	401,75	2033,00	11142,50	57,40	1313,30
10/2016	1,21	1192,88	31545,05	24,50	27,02	921,78	361,62	536,65	171,52	0,80	3,80	698,70	415,25	2258,25	12652,50	60,42	1271,50
11/2016	1,37	1284,21	29901,99	25,03	27,03	881,22	377,22	557,48	173,81	1,50	3,70	742,50	403,00	2223,50	13487,50	64,73	1170,80
12/2016	0,31	1456,81	29513,05	25,64	27,03	921,61	398,20	567,25	176,94	2,00	3,60	963,40	407,75	2129,50	13737,50	61,64	1150,00
01/2017	0,13	1398,68	30410,27	25,46	27,02	932,46	395,83	573,21	177,18	2,20	3,50	965,50	421,00	1990,75	13380,00	64,94	1208,60
02/2017	-2,34	1416,61	31845,75	25,39	27,02	953,92	402,22	579,89	177,55	2,50	3,40	1189,30	443,75	2263,50	13675,00	68,57	1252,60
03/2017	-2,35	1333,37	31589,86	25,29	27,02	981,15	388,22	565,65	172,83	2,60	3,30	1079,10	425,75	2298,25	15292,50	67,04	1247,30
04/2017	-1,85	1273,57	31264,05	25,02	26,82	1007,87	382,77	560,96	170,22	2,00	3,40	1351,90	432,62	2164,00	14950,00	74,15	1266,10
05/2017	-1,07	1184,08	29930,40	24,02	26,56	1002,38	377,85	552,44	167,96	2,40	3,10	2303,30	429,50	2067,25	14075,00	68,76	1272,00
06/2017	2,54	1099,40	28483,43	23,39	26,26	980,41	372,38	554,89	167,64	2,30	2,90	2480,60	525,75	2109,50	12815,00	69,80	1240,70
07/2017	2,04	1171,16	28382,69	22,62	26,07	1009,04	388,07	574,40	171,43	2,50	2,90	2883,30	474,25	2056,00	12547,50	73,25	1266,60
08/2017	-0,72	1154,64	29310,74	22,11	26,10	1022,27	386,00	580,62	172,12	2,50	2,80	4735,10	435,50	1947,00	11542,50	65,31	1316,20
09/2017	2,08	1265,39	28227,65	21,87	26,08	1045,17	399,31	585,74	171,86	2,70	2,70	4360,60	448,25	1966,75	11097,50	50,93	1281,50
10/2017	-0,58	1354,48	28055,91	21,92	25,77	1065,61	415,14	600,73	175,55	2,90	2,60	6451,20	418,50	1822,75	10677,50	45,41	1267,00
11/2017	2,93	1367,96	27501,28	21,76	25,54	1059,27	424,26	606,92	174,74	2,60	2,40	9946,80	434,38	1901,00	12467,50	53,79	1273,20
12/2017	1,87	1423,73	27793,27	21,67	25,65	1078,16	442,44	625,37	179,96	2,40	2,40	13850,40	427,50	1854,50	12652,50	56,38	1306,30

Příloha č. 2 Korelace vstupních dat

	VK	USD	EUR	PR	PZ	PX	SPCI	DJCI	BCI	INF	NEZ	BIT	WHEATF	ALUMF	NICKELF	WTIF	GOLDF
VK	1	0,013	-0,170	-0,164	0,057	-0,150	-0,133	-0,101	-0,204	0,133	-0,222	0,237	-0,221	0,308	0,070	0,057	0,020
USD	0,013	1	0,408	-0,842	0,562	-0,277	-0,909	-0,897	-0,864	-0,073	-0,680	0,068	0,089	0,017	0,595	0,666	0,882
EUR	-0,170	0,408	1	-0,106	-0,051	-0,132	-0,199	-0,329	-0,099	-0,663	0,050	-0,414	-0,265	-0,417	-0,698	-0,718	-0,574
PR	-0,164	-0,842	-0,106	1	-0,512	0,305	0,985	0,937	0,966	-0,049	0,806	-0,197	0,781	-0,371	0,461	0,313	0,477
PZ	-0,057	0,562	-0,051	0,512	1	-0,368	-0,524	-0,390	-0,481	0,194	-0,451	-0,016	-0,463	0,410	-0,008	0,176	0,305
PX	-0,150	-0,277	-0,132	0,305	-0,368	1	0,287	0,340	0,261	0,264	0,057	0,422	0,215	-0,444	-0,033	-0,079	0,025
SPCI	-0,133	-0,909	-0,199	0,985	-0,524	0,287	1	0,963	0,979	-0,022	0,811	-,170	0,837	-0,328	0,514	0,384	0,548
DJCI	-0,101	-0,897	-0,329	0,937	-0,390	0,340	0,963	1	0,926	0,179	0,675	-0,018	0,785	-0,208	0,594	0,478	0,669
BCI	-0,204	-0,864	-0,099	0,966	-0,481	0,261	0,979	0,926	1	-0,154	0,888	-0,287	0,878	-0,430	0,440	0,345	0,536
INF	0,133	-0,073	-0,663	-0,049	0,194	0,264	-0,022	0,179	-0,154	1	-0,443	0,559	-0,136	0,502	0,505	0,490	0,309
NEZ	-0,222	-0,680	0,050	0,806	-0,451	0,057	0,811	0,675	0,888	-0,443	1	-0,568	0,866	-0,476	0,328	0,250	0,350
BIT	0,237	0,068	-0,414	-0,197	-0,016	0,422	-,170	-0,018	-0,287	0,559	-0,568	1	-0,337	0,135	-0,020	-0,063	0,034
WHEATF	-0,221	0,089	-0,265	0,781	-0,463	0,215	0,837	0,785	0,878	-0,136	0,866	-0,337	1	-0,345	0,505	0,467	0,511
ALUMF	0,308	0,017	-0,417	-0,371	0,410	-0,444	-0,328	-0,208	-0,430	0,502	-0,476	0,135	-0,345	1	0,487	0,034	0,118
NICKELF	0,070	0,070	0,595	-0,698	0,461	-0,008	-0,033	0,514	0,594	0,440	0,505	0,613	-0,020	0,505	1	0,887	0,618
WTIF	0,057	0,057	0,666	-0,718	0,313	0,176	0,384	0,478	0,345	0,490	0,250	-0,063	0,467	0,034	0,887	1	0,676
GOLDF	0,020	0,882	-0,574	0,477	0,305	0,025	0,548	0,669	0,536	0,309	0,350	0,034	0,511	0,118	0,618	0,676	1

CREDIT SUISSE COMMODITY INDEX PLUS

- Investiční společnost: Credit Suisse
- Datum založení: 7.11.2012
- Manažerský poplatek 1,40 % ročně z objemu investice
- Vstupní poplatek 5%
- Srovnávací Index Bloomberg Commodity Index (TR)
- Investice do finančních derivátů na komoditní indexy

PARVEST COMMODITIES H

- Investiční společnost: Parvest
- Datum založení: 24.5.2011
- Manažerský poplatek 1,50 % ročně z objemu investice
- Vstupní poplatek: 3%
- Srovnávací Index Bloomberg Commodity Index
- Aktiva investována do dluhopisů nebo nástrojů peněžního trhu, jejichž výkonnost je střídána s výkonností komoditních indexů – 39 % Industrial Metals, 38 % Energie, 23% Drahé kovy

GENERALI FOND KOMODITNÍ

- Investiční společnost: Generali Invest CEE plc
- Datum založení: 16.8.2009
- Manažerský poplatek 2,30 % ročně z objemu investice
- Nakupuje cenné papíry, které odráží ceny komodit, důraz na investice do komodit energetických, zemědělských a průmyslových – přímé investice

ČSOB KOMODITNÍ

- Investiční společnost: ČSOB
- Datum založení: 3.7.2008
- Manažerský poplatek 2,30 % ročně z objemu investice
- Vstupní poplatek 3 %
- Navázán na komoditní index Commodity ex-Agriculture and Livestock Capped Index, který obsahuje jak energetické, tak průmyslové komodity a drahé kovy – zlato, měď, ropa Brent, zemní plyn, atd...

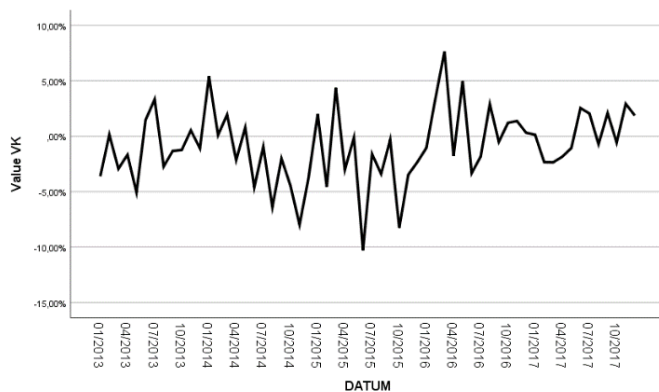
NN COMMODITY ENHANCED

- Investiční společnost: NN Investment Partners
- Datum založení: 18.7.2011
- Manažerský poplatek 1,30 % ročně z objemu investice
- Vstupní poplatek 5 %
- Srovnávací Index Bloomberg Commodity Index (TR) – energetika, zemědělství, průmyslové kovy, drahé kovy a dobytek

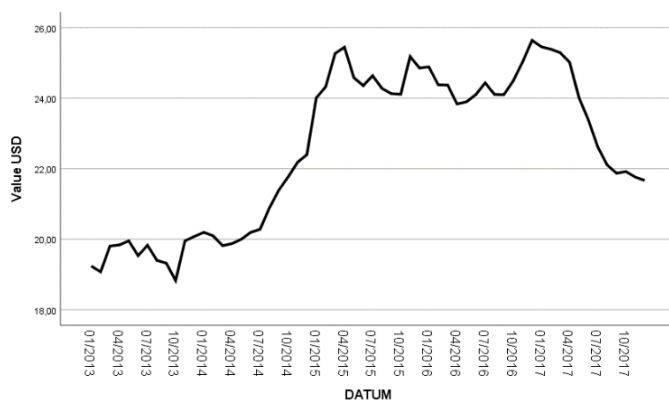
Příloha č. 4 Grafická analýza časových řad

Vývoj časových řad v čase

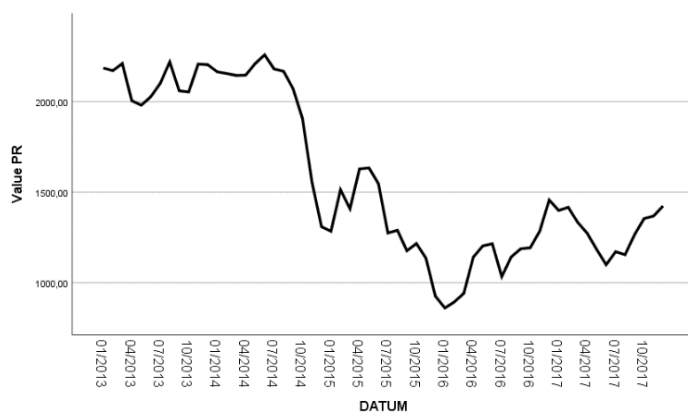
Graf P 4.1 Výnosnost komoditních fondů



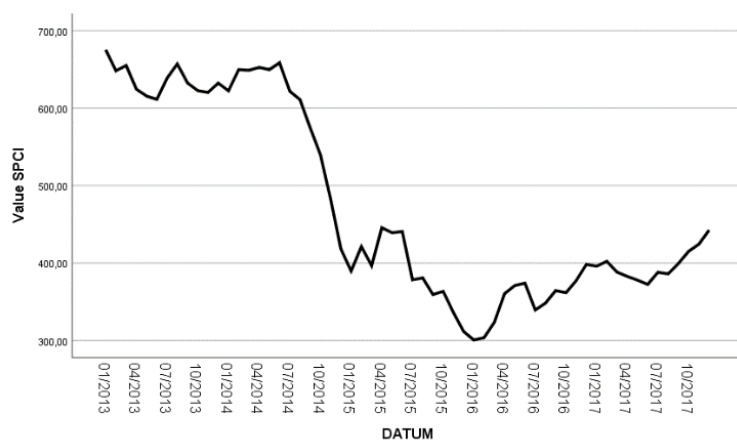
Graf P 4.2 Kurz CZK/USD



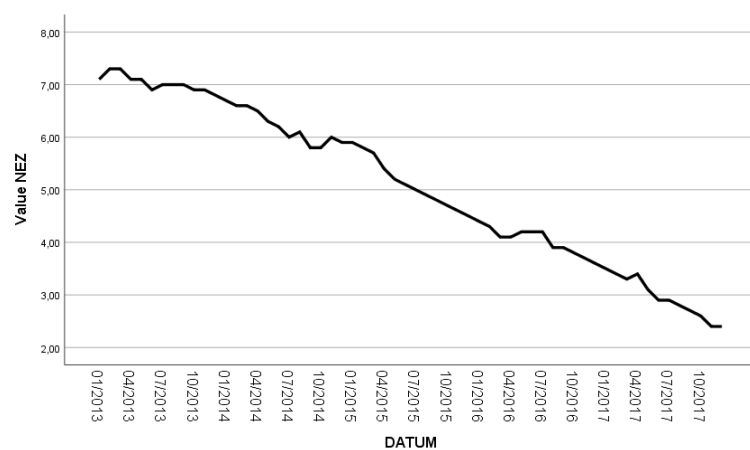
Graf P 4.3 Cena ropy



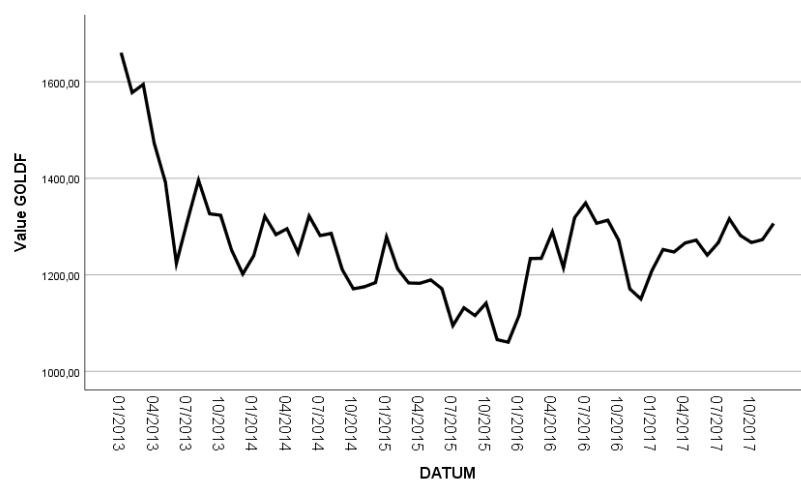
Graf P 4.4 S&P Commodity Index



Graf P 4.5 Míra nezaměstnanosti

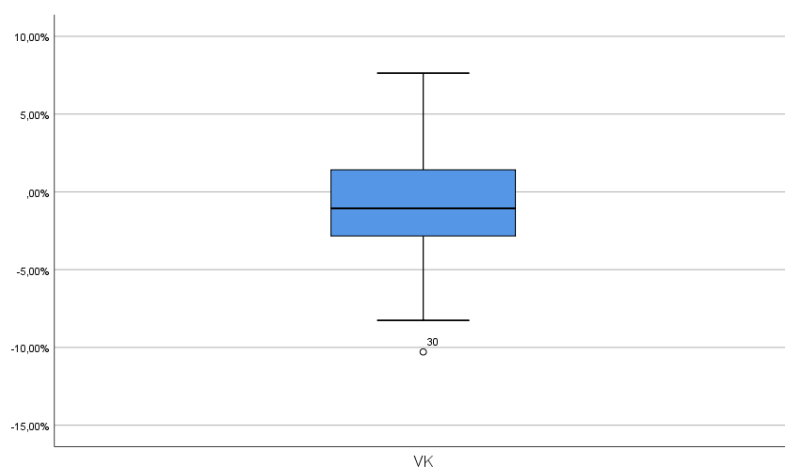


Graf P 4.6 Gold Futures

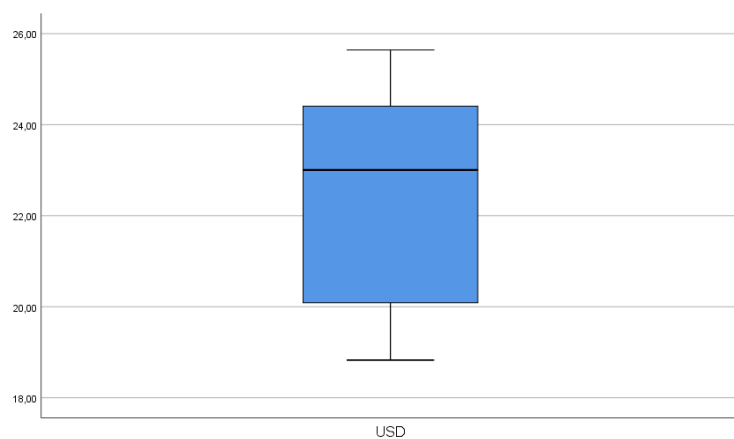


Analýza odlehlých a extrémních hodnot

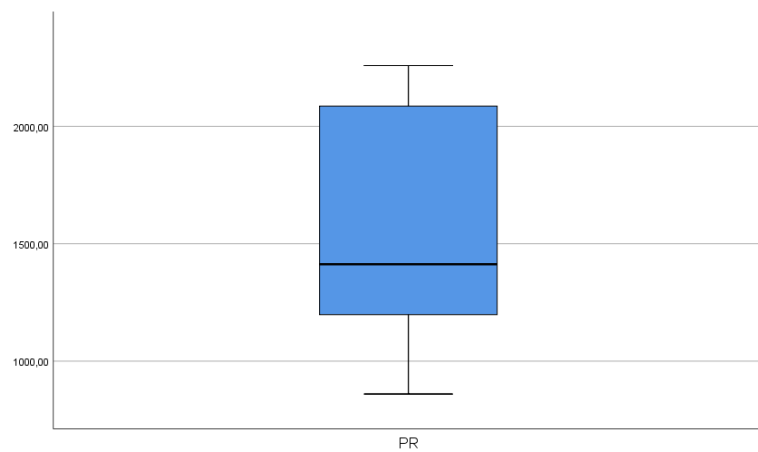
Graf P 4.7 Výnosnost komoditních fondů



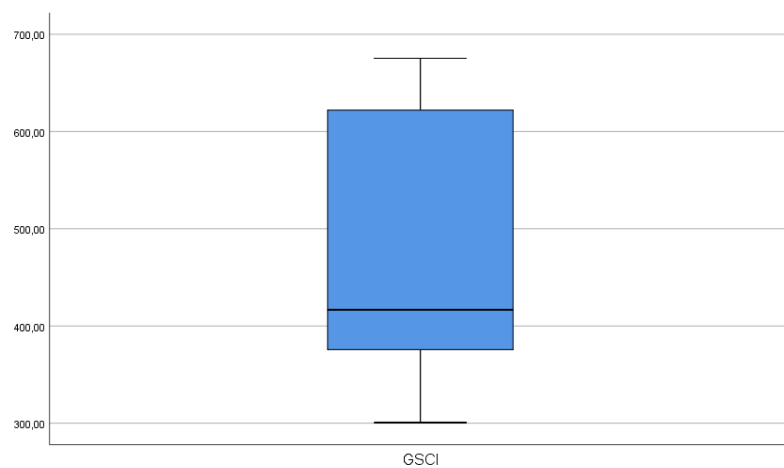
Graf P 4.8 Kurz CZK/USD



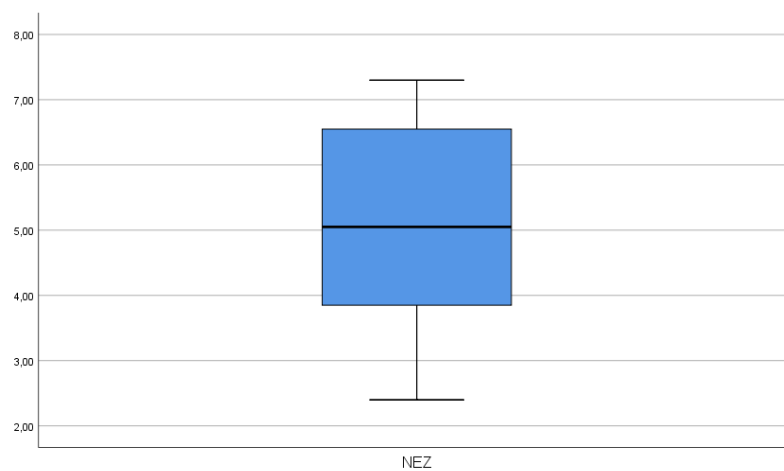
Graf P 4.9 Cena ropy



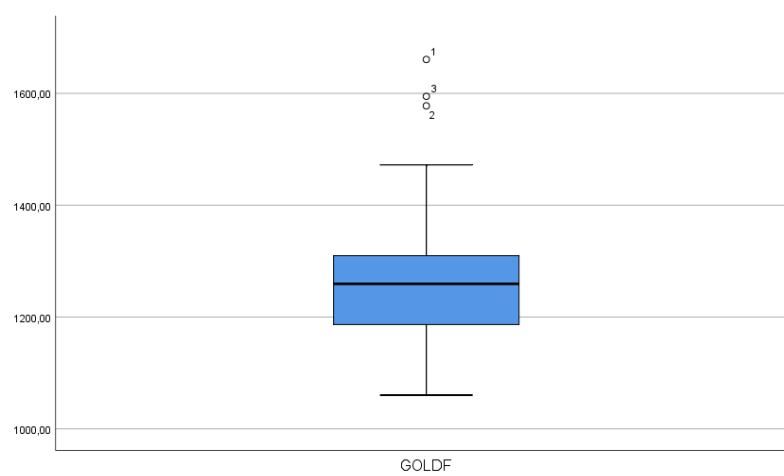
Graf P 4.10 S&P Commodity Index



Graf P 4.11 Míra nezaměstnanosti

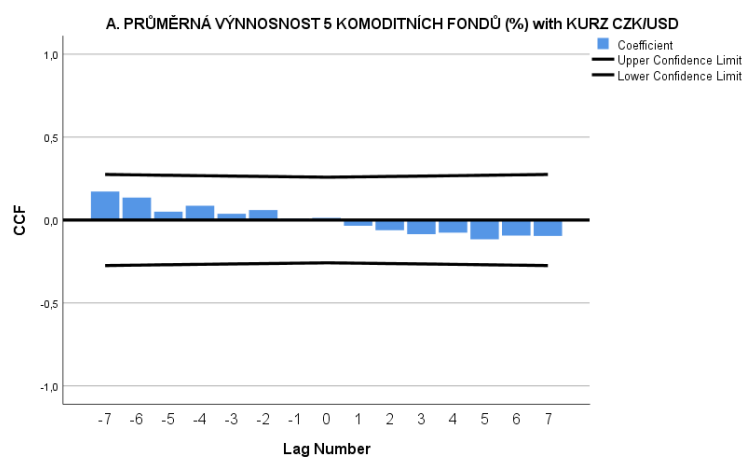


Graf P 4.12 Gold Futures

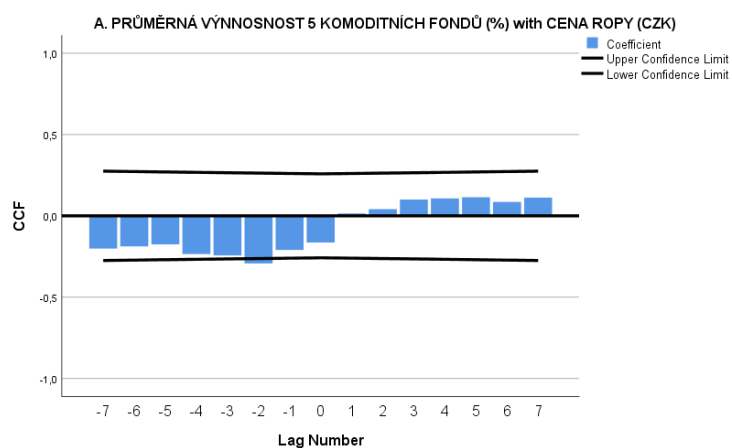


Křížová korelace

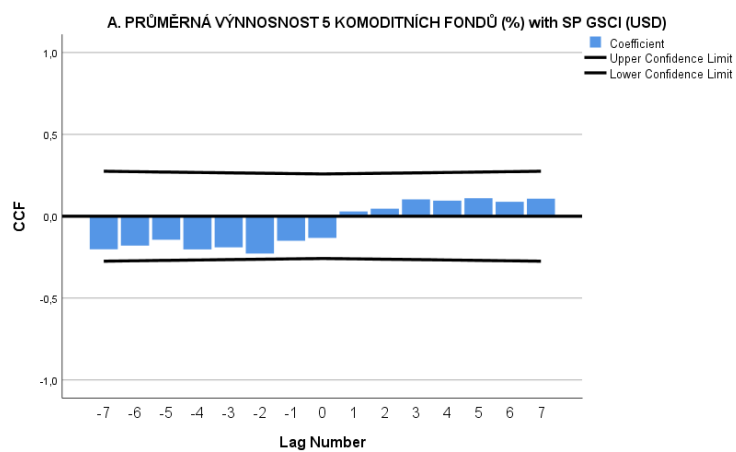
Graf P 4.13 Výnosnost komoditních fondů a kurz CZK/USD



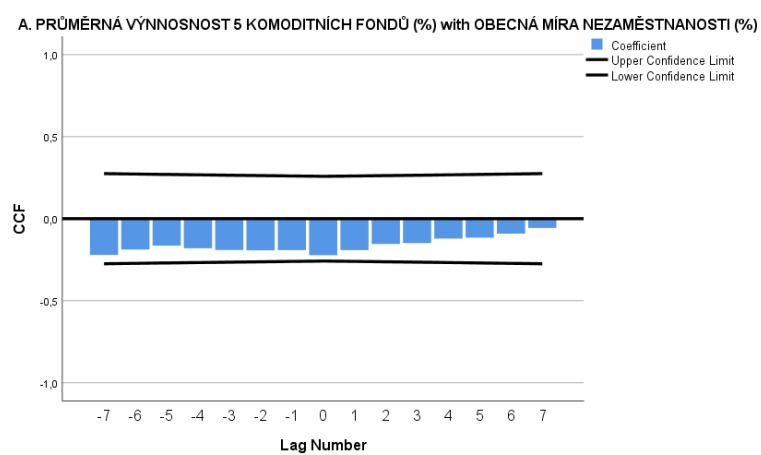
Graf P 4.14 Výnosnost komoditních fondů a cena ropy



Graf P 4.15 Výnosnost komoditních fondů a S&P Commodity Index



Graf P 4.16 Výnosnost komoditních fondů a Míra nezaměstnanosti



Graf P 4.17 Výnosnost komoditních fondů a Gold Futures

